



Hiiliviisaan kaupunkivihreän käsikirja



CO-CARBON

www.cocarbon.fi

Kirjoittajat: Ranja Hautamäki¹ (toim.), Elina Alatalo¹, Mari Ariluoma¹,
Eugenia Castellazzi², Oriol García-Antúnez³, Johanna Hohenthal², Leena Järvi²,
Liisa Kulmala⁴, Paula-Kaisa Leppänen¹, Caroline Moinel¹, Essi Ryymin⁵,
Outi Tahvonen⁵, Ilmari Talvitie¹, Viivi Virtanen⁵

Organisaatiot:

¹Aalto-yliopisto; ²Helsingin yliopisto; ³Kööpenhaminan yliopisto;
⁴Ilmatieteen laitos; ⁵Hämeen ammattikorkeakoulu

Taitto ja kansilehden kuvitus: Sanna-Reeta Meilahti

Julkaisuvuosi: 2026

Sisällys

Alkusanat 5

1 LÄHTÖKOHTA 7

Viheralueilla on merkitystä monihyötyisinä hiilinieluinä 8

Hiiliviisautta voidaan edistää monilla päätöksenteon tasoilla 10

2 PERIAATTEITA 13

Säilytä nykyiset hiilivarastot ja hiilinielut 14

Rakenna uusia monihyötyisiä ja vähäpäästöisiä hiilinieluja 16

Hiiliviisaus edellyttää sosiaalista hyväksyttävyyttä 18

Hiiliviisas kaupunkivihreä on olennainen osa kokonaiskestävyyttä 20

3 RATKAISUJA 23

Hiiliviisas piha 24

Niityt ja nurmikot 26

Mikrometsät 28

4 MENETELMIÄ 31

Hiilinielujen arviointi 32

Kaupunkivihreän elinkaariarviointi 34

Hiilikertoimesta tukea suunnitteluun 36

5 JALKAUTTAMISTA 39

Hiiliviisautta pihavalmennuksella 40

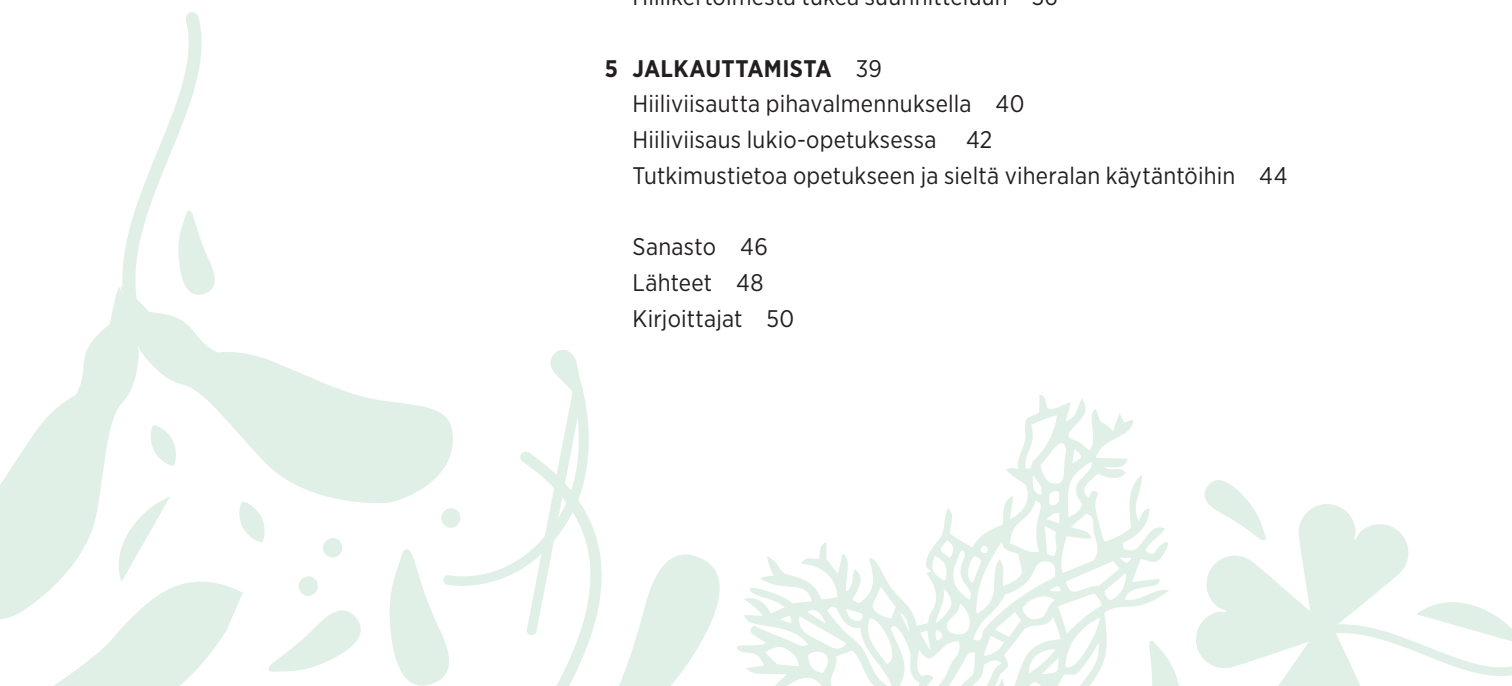
Hiiliviisaus lukio-opetuksessa 42

Tutkimustietoa opetukseen ja sieltä viheralan käytäntöihin 44

Sanasto 46

Lähteet 48

Kirjoittajat 50





Co-Carbonin tutkijat Kööpenhaminan Nordhavnissa, Thomas Dambon veistoksen juurella. KUVAAJA: CLAUD BEIER

Alkusanat

Tämä on hiiliviisaan kaupunkivihreän käsikirja. Se on tarkoitettu asiantuntijoille, päätöksentekijöille ja kaikille niille, jotka ovat kiinnostuneita siitä, **miten luonnollisia hiilinieluja voidaan ylläpitää ja kasvattaa kaupunkialueilla**. Kaupunkien hiilineutraaliustavoitteiden saavuttaminen edellyttää päästöjen vähentämistä, mutta niiden ohella tarvitaan hiilinielujen lisäämistä. Yksi oleellinen keino on lisätä luonnollisia hiilinieluja kaupunkivihreään eli kaupunkimetsiin, rakennettuihin puistoihin, katuistutuksiin ja pihaille. Nieluihin panostaminen tuottaa myös muita hyötyjä: lieventää helleaaltaja ja kaupunkitulvia, lisää hyvinvointia ja luonnon monimuotoisuutta. Hiilinieluja siis kannattaa ylläpitää ja rakentaa.

Miksi siis tarvitaan hiiliviisauden käsikirjaa? Kaupunkivihreän potentiaalia hiilinieluna ja kustannustehokkaana sekä monihyötyisenä ilmatoratkaisuna tulee hyödyntää nykyistä tehokkaammin. Monivuotisessa CO-CARBON-hankkeessa olemme tutkineet kaupunkivihreän ilmastohyötyjä ja esittäneet ratkaisuksi **hiiliviisautta** eli keinoja, joiden avulla voidaan parantaa viherrakenteen hiilensidontaa, turvata hiilinieluja kaupunkikehittämisessä ja kehittää vähäpäästöisiä rakentamisen ja hoidon menetelmiä – ja samanaikaisesti tuottaa myös muita elintärkeitä ekosysteemipalveluja. Olemme kiteyttäneet tähän käsikirjaan keskeiset suosituksemme ja ydinviestimme, joita haluamme välittää eteenpäin.

Käsikirja on jaettu viiteen lukuun, joista kukin tuo esille oman näkökulmaan hiiliviisaaseen kaupunkivihreään. Ensimmäinen luku muodostaa lähtökohdan hiilinieluille, joihin vaikuttavat sekä luonnon omat prosessit että ihmistoiminta. Toinen

luku kiteyttää hiiliviisauden keskeiset periaatteet. Kolmas luku esittelee erilaisia hiiliviisaita kaupunkivihreän ratkaisuja. Neljäs luku tuo esille, millaisin menetelmin hiiliviisautta voidaan tutkia. Viides luku syvennyy siihen, miten hiiliviisautta jalkautetaan opetuksen ja valmennuksen kautta käytäntöön.

Käsikirjan kantavana viestinä on tuoda kaupunkivihreä vahvemmin mukaan ilmastotavoitteisiin ja niiden toimeenpanoon. Se osoittaa, että hiiliviisaus syntyy yhtä lailla isoista strategisista linjauksista kuin pienistä arjen teoista. Hiiliviisaus toteutuu niin omalla pihalla kuin poliittisen päättäjän pöydällä. Käsikirja korostaa, että hiiliviisaus syntyy yhdessä ja monien toimijoiden yhteistyönä. Kutsumme siis kaikkia mukaan luomaan hiiliviisasta kaupunkivihreää!

CO-CARBON on monialainen tutkimushanke, jossa on mitattu ja mallinnettu kaupunkivihreän hiilensidontakykyä sekä luotu ratkaisuja hiiliviisaan kaupunkivihreän toimeenpanoon. Hankkeessa yhdistyvät ilmakehä- ja maaperätieteet, ihmistieteet sekä maisema-arkkitehtuuri. Mukana ovat Helsingin yliopisto, Aalto-yliopisto, Ilmatieteen laitos, Hämeen ammattikorkeakoulu ja Kööpenhaminan yliopisto sekä laaja joukko yhteistyökumppaneita: kaupunkeja, yrityksiä, asiantuntijajärjestöjä ja asukkaita – lämmin kiitos kaikille teille! Hanketta (2020–2026) on rahoittanut Suomen Akatemian yhteydessä toimiva Strategisen tutkimuksen neuvosto (STN) ja sen Ilmastomuutos ja ihminen -tutkimusohjelma (CLIMATE).



KUVA: RANJA HAUTAMÄKI

A photograph of a pond with reflections of trees and a blue sky. The water is calm, showing clear reflections of the surrounding foliage and the sky. The text "1 Lähtökohta" is centered in the middle of the image in a white, serif font.

1 Lähtökohta

Viheralueilla on merkitystä monihyötyisinä hiilinieluina

Hiilenkierto kuvaa hiilen kulkua ekosysteemeissä, joissa kasvit sitovat ilmakehän hiilidioksidia (CO₂) yhteyttämisen avulla, varastoivat sitä biomassaansa ja vapauttavat sitä takaisin ilmakehään soluhengityksen ja maaperän prosessien kautta. Osa hiilestä vapautuu nopeasti takaisin, mutta osa sitoutuu pitkäaikaisesti kasvinosiin ja maaperään. Jos kasvillisuuden yhteytys ja hiilensidonta on suurempi kuin vapautuvan hiilen määrä, muodostuu **hiilinielu.**

Kaupunkivihreä on moninainen hiilinielu, joka pystyy sitomaan osan kaupunkien hiilidioksidipäästöistä. Kaupunkiluonnon on eri kaupungeissa arvioitu sitovan 2–7 % fossiilisten polttoaineiden päästöistä, mutta arvo riippuu kokonaispäästöistä ja kasvillisuuden määrästä ja laadusta (Hardiman ym. 2017, Havu ym. 2024). **Metsien lisäksi myös muilla kaupunkikasvillisuuden tyypeillä kuten rakennetuilla puistoilla, puutarhoilla ja katuistutuksilla, on merkitystä.** Tavallisesti kaupunkien hiilinielujen on ajateltu sijaitsevan kaupunkimetsissä, mutta viimeaikaiset tutkimustuloksemme korostavat myös muiden viheralueiden merkitystä hiilinieluina (Havu ym. 2024). Kaupunkimetsien hiilinielut voivat pinta-alayksikköä kohden olla suuremmat kuin muiden kasvillisuustyyppien, mutta niiden pinta-ala kaupunkialueilla jää usein melko pieneksi. Esimerkiksi Helsingissä arvioilta noin puolet hiilinieluista sijaitsee rakennetuilla alueilla ja puolet metsissä ja muilla luonnontilaisen kaltaisilla viheralueilla.

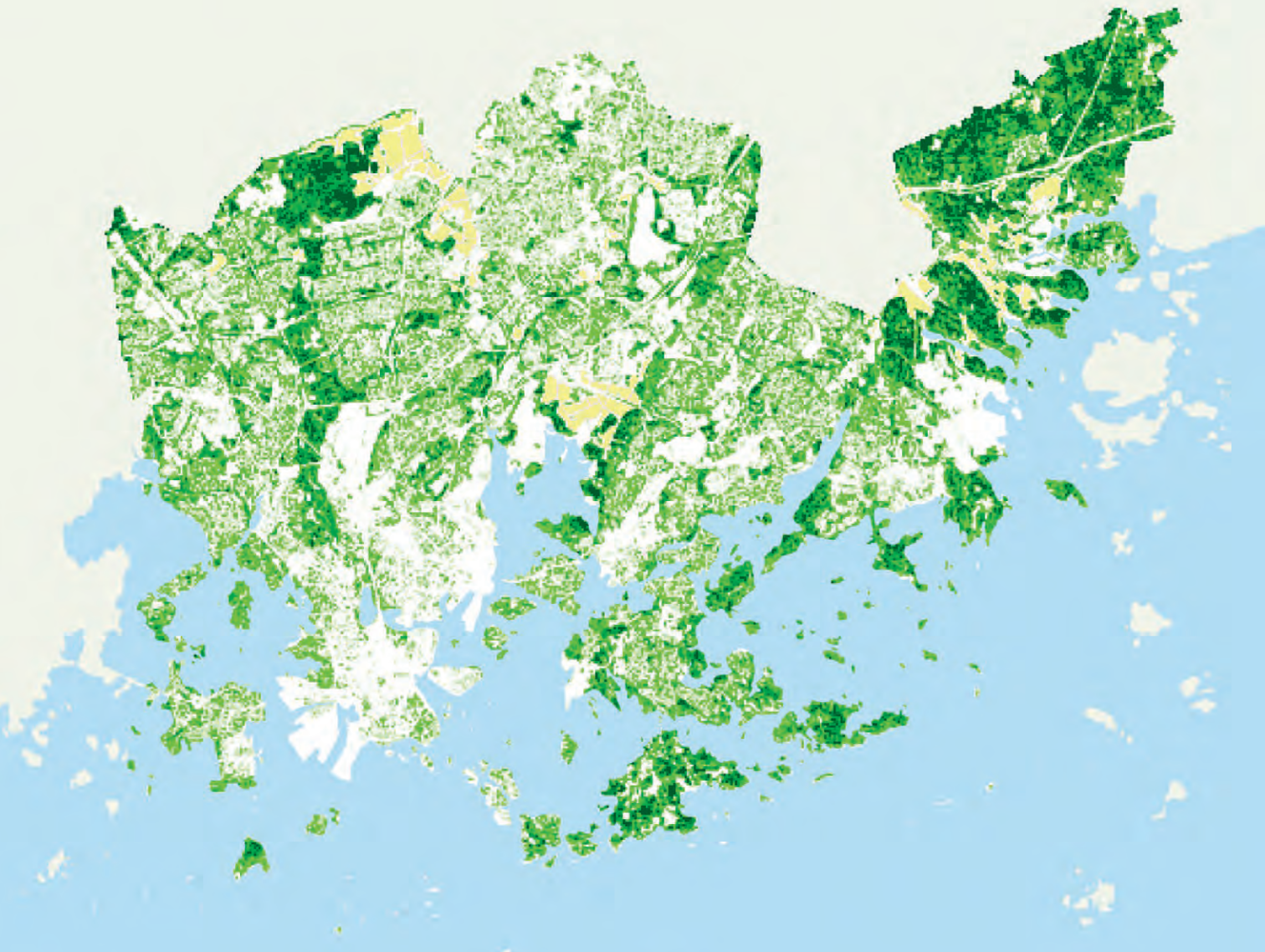
Kaupunkivihreän hiilinielupotentiaaliin vaikuttaa erityisesti puuston määrä sekä maaperän laatu. Puiden biomassassa on suurempi kuin muiden kasvillisuustyyppien ja ne pystyvät varastoimaan hiiltä

puuaineeseensa. Puiden säilyttäminen ja niiden istuttaminen onkin keskeinen keino tukea hiilinieluja. Kasvillisuuden lisäksi myös maaperä on huomattava hiilivarasto (Järvi ym. 2024). Maaperän hiilivarastoon vaikuttaa kuitenkin merkittävästi sen laatu. Hiilirikas eli paljon helposti hajoavaa orgaanista ainesta sisältävä kasvualusta vapauttaa hiilidioksidipäästöjä nopeasti ilmakehään (Havu ym. 2022), jolloin kasvillisuudella saattaa kestää vuosia sitoa sitä takaisin. Tämä korostaa etenkin olemassaolevan maaperän säilyttämisen tärkeyttä ja vähäpäästöisten kasvu-
alustojen käyttöä viherrakentamisessa.

Kaupunkivihreän hiilinielut ovat monihyötyisiä. Hiilensidonnan lisäksi kasvillisuus lieventää helleaaltoja ja kaupunkitulvia, tukee ihmisten hyvinvointia ja tarjoaa elinympäristöjä myös monille muille lajeille. Usein hiilivarastoltaan merkittävät alueet ovat tärkeitä myös luonnon monimuotoisuudelle. Havainnollisena esimerkkinä ovat Helsingin vihersormet – säteittäiset vihervyöhykkeet, jotka tutkimustulostemme mukaan erityisesti tukevat sekä hiilensidontaa että luonnon monimuotoisuutta (Raymond ym. 2023). Myös rakennetussa ympäristössä on lukuisia keinoja tukea samankaltaista monihyötyisyyttä. Ilmastohyötyjen ja luonnon monimuotoisuuden lisäksi oleellinen rooli on kaupunkivihreään liitetyillä sosiaalisilla arvostuksilla (Lampinen ym. 2024).

► **Hiilinielun vuosittainen vaihtelu Helsingissä. Mitä tummemmat vihreät, sitä suuremmat hiilinielut. Kartalla erottuvat erityisesti Helsingin vihersormet ja väljästi rakennetut alueet, esimerkiksi Östersundom.**

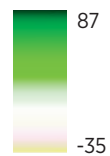
(KUVA: VEERA VASENKARI
JA LEIF BACKMAN)



Ydinviestit

- Rakennetut viheralueet voivat toimia tehokkaina hiilinieluinä metsien ohella. Hiilinielupotentiaaliin vaikuttaa etenkin puuston määrä ja maaperän laatu.
- Kaupunkiluonto on monihyötyinen hiilinielu, joka tuottaa myös muita ekosysteemipalveluja ja tukee luonnon monimuotoisuutta.
- Sosiaalisen oikeudenmukaisuuden näkökulma kaupunkivihreään korostaa sitä, että kaikilla tulisi olla yhtäläinen oikeus viheralueiden tuottamiin hyötyihin.

Vuosittainen hiilitase [gC m⁻² y⁻¹]



Hiiliviisautta voidaan edistää monilla päätöksenteon tasoilla

Ihmisen muokkaama ympäristö tarjoaa mahdollisuuksia parantaa hiilenkiertoa ja hiilen varastoitumista kasvillisuuteen. Hiilensidonta alkaa lehtien ilmaraoissa, joiden kautta kasvi ottaa hiilidioksidia yhteyttämiseen ja säätelee veden haihdutusta. Näin hiilenkierto kytkeytyy suoraan rakentamis- ja kunnossapitovaiheissa tehtyihin valintoihin kasvupaikan vesitaloudessa. Ihmisen aktiivinen rooli varmistaa, että hiilenkierron prosessi toimii tehokkaasti koko kasvien elinkaaren ajan. Kun kasvupaikat suunnitellaan huolellisesti ja varataan riittävästi tilaa sekä maanpäälliselle latvustolle että maanalaiselle juuristolle, kasvillisuus voi hyvin ja sitoo hiiltä tehokkaasti. Keskeisenä tavoitteena onkin tukea kasvien menestymistä ja pitkäikäisyyttä esimerkiksi parantamalla maaperän ominaisuuksia sekä ehkäisemällä tuholaisen ja tautien haittoja. Näin luodaan edellytykset elinvoimaiselle kasvillisuudelle, jossa hiilen sitoutuminen tapahtuu kasvien biologisten prosessien kautta.

Hiiliviisautta voidaan edistää monilla päätöksenteon tasoilla ja monien toimijoiden työssä. Tämä koskee yhtä lailla kaavoitusta, suunnittelua, työn tilaamista ja valvontaa kuin myös konkreettista viherrakentamista ja kunnossapitoa. Kaupunkivihreään liittyviä päätöksentekijöitä ja toimijoita työskentelee kuntaorganisaatioissa, erikokoisissa yrityksissä ja iso osa meistä on mukana omalla pientalopihalla tai taloyhtiön pihalla tekemässä hiiliviisasta kaupunkivihreää.

Hiiliviisas kaupunkivihreä syntyy ihmisen tekemistä valinnoista kaupunkivihreän suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa. Suunnittelussa päätetään, kuinka paljon tilaa vihreälle annetaan ja mitä olemassa olevasta kasvillisuudesta säilytetään. Rakentamisessa ratkaistaan, millaiset kasvuolosuhteet kasveille luodaan maan laadun ja veden hallinnan kautta.

Hoito ja kunnossapito vaikuttavat lopulta siihen, miten kasvit kasvavat vuosien ja vuosikymmenten aikana ja kuinka tehokkaasti ne sitovat hiiltä.

Vaikka kasvillisuuden ja maaperän hiilinielut ovat määrällisesti pieniä verrattuna rakentamisen muihin päästöihin, ne ovat ainoita luonnollisia hiilinieluja, joita voidaan suunnittelun ja rakentamisen keinoin aktiivisesti ylläpitää ja myös luoda. Tätä mahdollisuutta voidaan hyödyntää nykyistä huomattavasti enemmän (Hautamäki ym. 2025). Tarkoituksena ei ole kompensoida rakentamisen päästöjä hiilinieluilla, vaan ensisijaisesti säilyttää mahdollisimman paljon olemassa olevia hiilivarastoja ja -nieluja, luoda uusia hiilinieluja aina kun se on mahdollista ja minimoida viherrakentamisen aiheuttamat päästöt. Hiilensidontan vahvistaminen tuottaa myös muita hyötyjä, kuten edistää ilmastosopeutumista ja luonnon monimuotoisuutta (Ariluoma ym. 2024, Leppänen ym. 2024).

KIRJOITTAJAT: RANJA HAUTAMÄKI JA OUTI TAHVONEN

Ydinviestit

- Kasvillisuuden menestymiseen ja hiilenkiertoon voidaan vaikuttaa monella tasolla, alkaen kotipihalla varmistettavasta hyvästä kasvu- paikasta ja otollisesta vesitaloudesta ulottuen maankäytön ohjaamiseen.
- Suunnitteluvaiheen hiiliviisautta on luoda edellytykset hyvinvoivalle kaupunkivihreälle ja ohjata maankäyttöä ja rakentamista siten, että olemassa oleva vihreä säilyy ja uudelle varataan riittävästi tilaa.
- Rakentamisvaiheessa hiiliviisautta on valita kasvua ja vähähiilisyyttä tukeva kasvualusta ja huolehtia kasvupaikan vedensaannista.
- Kunnossapitovaiheessa hiiliviisautta on tukea pitkäjänteisesti kasvien kasvuun vaikuttavia tekijöitä ja edistää hiilen varastoitumista biomassaan ja maaperään.



Hiilen sitoutuminen

Kaikki yhteyttävä kasvillisuus sitoo ilmakehän hiilidioksidia yhteyttämisen avulla muodostaen orgaanista hiiltä. Mitä runsaampaa kasvu on sitä enemmän hiiltä sitoutuu.

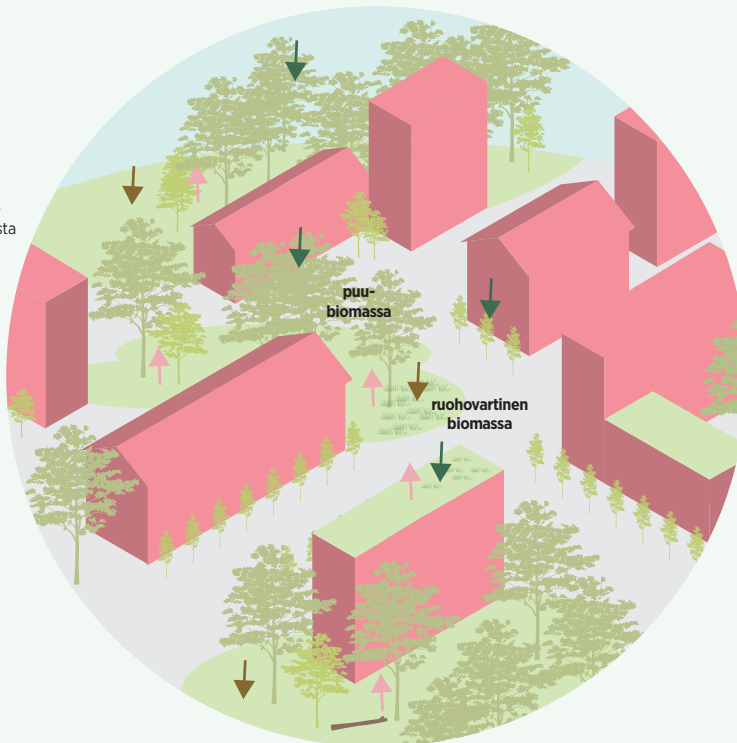


Hiilen kertyminen maaperään

Juurten, lehtien ja muun orgaanisen karikkeen hajotessa osa siitä päätyy maaperään. Hajottajaeliöt ja mikrobit muodostavat karikkeesta humusta ja orgaanisia hiiliyhdisteitä, jotka kerryttävät vähitellen maaperän hiilivarastoa.

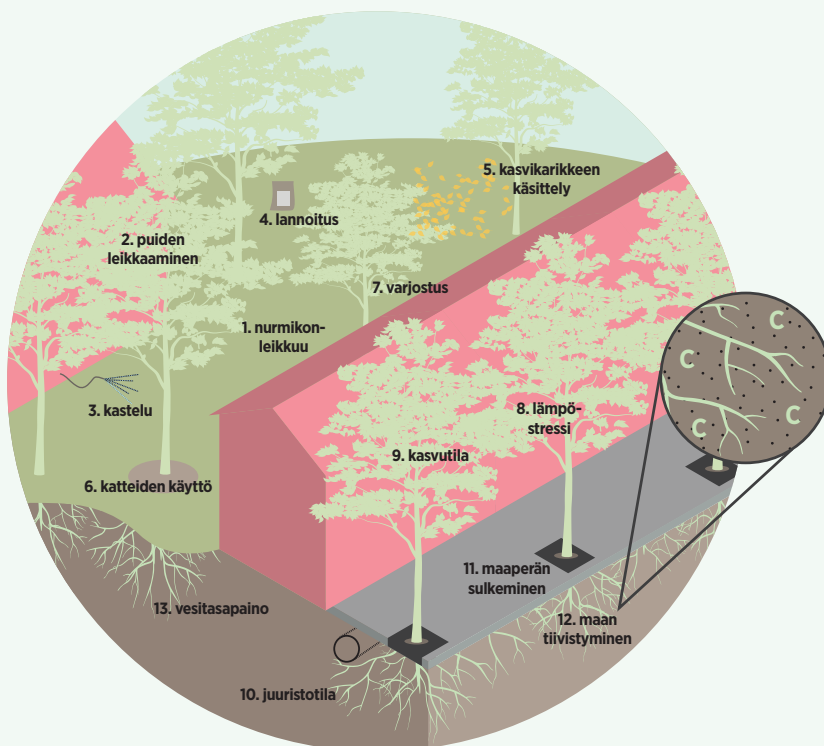


Respiraatio on prosessi jossa kasvillisuus ja maaperäeliöt hengittävät ja vapauttavat jatkuvasti hiilidioksidia takaisin ilmakehään.



Rakennetun ympäristön hiilenkiertoon vaikuttavat sekä rakennuspaikan ominaisuudet että kaupunkivihreän suunnittelu, rakentaminen ja hoito.

(KUVA: MARI ARILUOMA JA LOTTA LIPSANEN)



HOITOTOIMENPITEET

1. Nurmikon leikkuu
aiheuttaa päästöjä, mutta toisaalta myös kiihdyttää juuriston kasvua ja siten maaperähiilen kertymistä.

2. Puiden leikkaaminen
poistaa puuvartista hiilivarastoa, mutta edistää myös puiden tervettä kasvua.

3. Kastelu
parantaa kasvua ja biomassan tuotantoa, mutta saattaa aiheuttaa myös päästöjä.

4. Lannoitus
Lannoitteiden valmistus ja kuljetus aiheuttaa päästöjä, mutta niillä voidaan myös tehostaa biomassan tuotantoa.

5. Kasvikaarikkeen käsittely
Hiilen kierron ja maaperähiilen kertymisen kannalta on olennaista miten kasvikaarike kuten lehdet käsitellään.

6. Katteiden käyttö
voi parantaa kasvuolosuhteita, mutta runsaasti katekerroksista hajooa hiiltä ilmakehään.

KASVUOLosuhteet

7. Varjostus
Voimakas rakennusten muodostama varjostus vähentää yhteyttämistä ja hiilen sidontaa sekä maaperän mikrobitoimintaa.

8. Lämpöstressi
Kuumuus aiheuttaa veden puutetta ja lämpöstressiä kasvillisuudelle. Toisaalta kasvukausi voi pidentyä.

9. Kasvutila
Tilanpuute on usein merkittävä erityisesti suurien puiden kasvua rajoittava tekijä.

10. Juuristotila
Juuristo kilpailee tilasta erilaisten rakenteiden ja infrastruktuurin kanssa.

11. Maaperän sulkeminen
läpäisemättömillä päällysteillä estää maaperän luonnollista hiilen kiertoa ja heikentää kasvuolosuhteita.

12. Maaperän tiivistyminen
esimerkiksi ajoneuvoliikenteen vuoksi heikentää juuriston kasvua ja vähentää maaperän ilmavuutta ja mikrobitoimintaa.

13. Vesitasapaino
Vettä on usein joko liian vähän tai liian paljon, mitkä molemmat vaikuttavat kasvuun ja hiilen sitoutumiseen.



2 Periaatteita



Säilyttä nykyiset hiilivarastot ja hiilinielut

Olemassa olevan kasvillisuuden ja maaperän säästäminen on kaupunkisuunnittelun ensisijainen keino turvata hiilinieluja ja -varastoja. Kaavoituksessa tulisi säilyttää ja vahvistaa nykyisiä viheralueita, etenkin hiilivarastoltaan merkittäviä luontoalueita, joihin yhdistyy usein muitakin arvoja. Olemassa olevaa puustoa ja maaperää tulee vaalia esimerkiksi tonttien rakennusvaiheessa tai katujen peruskunnossuudessa. Olemassa oleva kaupunkivihreä on lähtökohtaisesti aina arvokkaampi kuin uusi, sillä uuden kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastojen kertyminen kestää vuosikymmeniä. (Hautamäki ym. 2023)

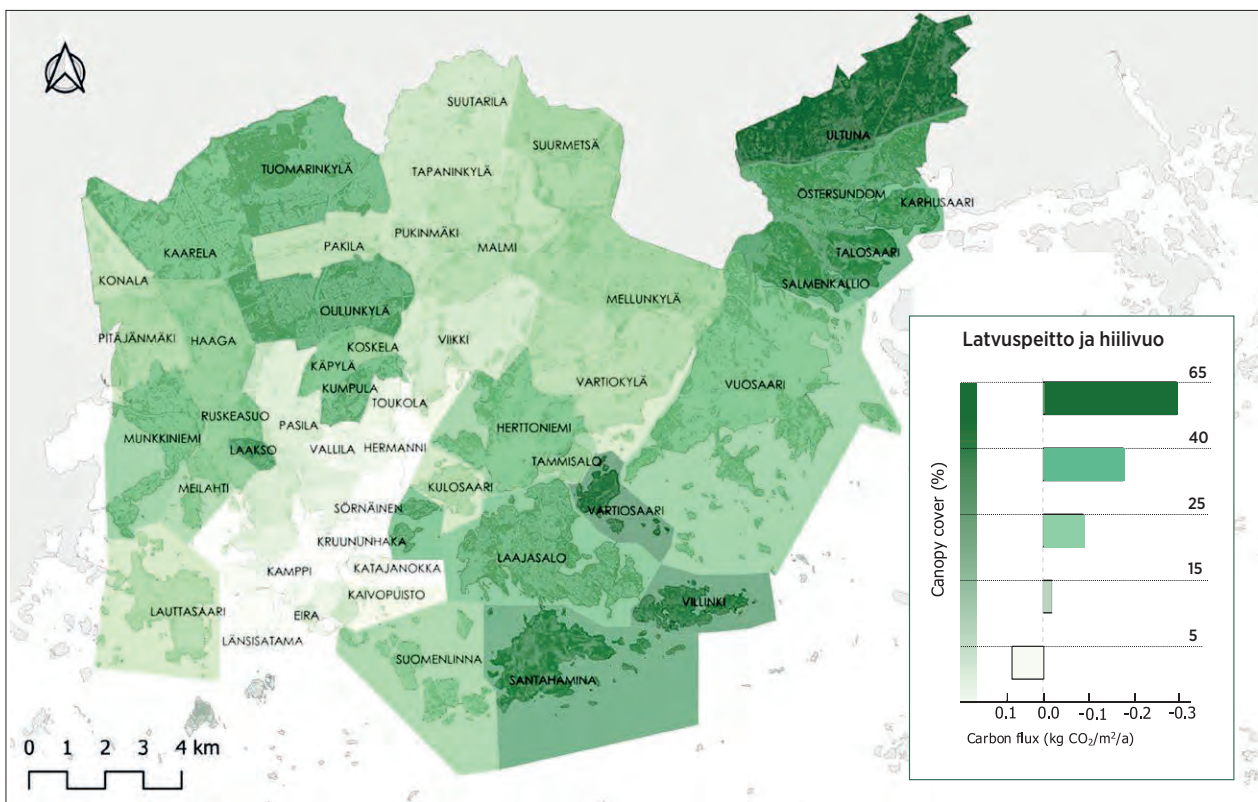
Kaupunkivihreän kyky hillitä ilmastonmuutosta ja sen aiheuttamia ongelmia on suoraan riippuvainen kasvillisuuspeitteisen pinta-alan määrästä ja sen kyvystä varastoida hiiltä ja lieventää helleaaltoja ja kaupunkitulvia. Vaikka hiilinieluja tarkastellaan pääasiassa kaupunkitasolla, muut ilmastohyödyt, esimerkiksi kaupunkitulvien ja helleaaltojen lieventäminen, ovat paikallisia. Myös hyvinvointihyödyt ja terveydelle tärkeä luontokosketus, esimerkiksi maaperän hyödylliset mikrobit, ovat paikallisia (Tyrväinen ym. 2024). Sen vuoksi on tärkeää pitää huolta, että kaupunkivihreää on riittävästi eri puolilla kaupunkia (Hautamäki & Laita 2023). Tutkimuksemme kuitenkin osoittaa, että kaupunkivihreä ei ole tasaisesti jakautunut – eivätkä siksi myöskään sen tuottamat hyödyt. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla latvuspeitto, eli yli kaksi metriä korkean puuvartisen kasvillisuuden prosentuaalinen määrä kaupunginosan pinta-alasta, vaihtelee noin neljästä prosentista noin 75 prosenttiin eri kaupunginosien välillä (Kinnunen & Hautamäki 2025). Vertailukohtana voidaan maini-



Vanhan katupuuston suojaus työmaalla pidentää puiden elinkaarta ja säilyttää niiden hiilivarastoja.

(KUVA: RANJA HAUTAMÄKI)

ta, että kaupunginosien latvuspeittävyydelle asetettu kansainvälinen suositus on 30 % (Konijnendijk 2023). Tutkimustuloksemme myös osoittavat, että kasvillisuuden määrä on vähentynyt asuintonteilla 1970-luvun lopusta, mikä pienentää niiden ilmastohyötyjä (Leppänen ym. 2024). Kun kaupunkirakenne tiivistyy, onkin pidettävä huoli kaupunkivihreän riittävydestä.



Helsingin latvuspeitto eli yli 2-metrisen puuston prosentuaalinen osuus kaupunginosittain. Latvuspeitto jakaantuu epätasaisesti ja tämä vaikuttaa myös nieluihin, jotka näkyvät kartan oikealla puolella. (KUVA: ANTTI KINNUNEN).

Suosituksia

- Aseta sitovat tavoitteet hiilinieluille ilmastosuunnitelmissa.
- Pidä huolta, että kasvillisuuspeitteisen alan ja latvuspeiton määrä ei vähene.
- Ota huomioon arvokkaimmat hiilivarastot ja vältä erityisesti metsien ja luonnontilaisten kaltaisten alueiden hävittämistä.
- Ota huomioon kaupunkivihreän tuottamat ilmastohyödyt kaavoituksen ilmastovaikutusten arvioinnissa. Arvioi hiilivarastojen menetys osana rakentamisen ilmastovaikutuksia.
- Säilytä olemassa olevaa puustoa ja maaperää uusilla tonteilla ja suojaa puustoa juuristo- ja runkovaurioilta rakennustyömailla.

Kaupunkivihreän elinkaari ja etenkin puiden pitkäikäisyys on olennaista hiilen varastoitumiseksi pitkällä aikavälillä. Mitä pidempään puiden annetaan kasvaa, sitä suuremmaksi karttuu myös niiden hiilivarasto biomassassa ja maaperässä. Samalla kompensoituu myös istutusten alkuvaiheen päästöpiikki, joka aiheutuu kasvualustan orgaanisen aineen hajotessa vapautuvasta hilestä (Havu ym. 2022). Ajan myötä hiiltä kertyy takaisin maaperään ja kasvinosiin, mutta saattaa kestää jopa vuosikymmen ennen kuin istutus alkaa kokonaisuudessaan toimia hiilinieluna, kun myös kasvualustan päästöt huomioidaan. Tämän vuoksi etenkin kaupunkiympäristöjen vanhoja puita on pyrittävä säilyttämään. (Hautamäki 2025)

KIRJOITTAJA: RANJA HAUTAMÄKI

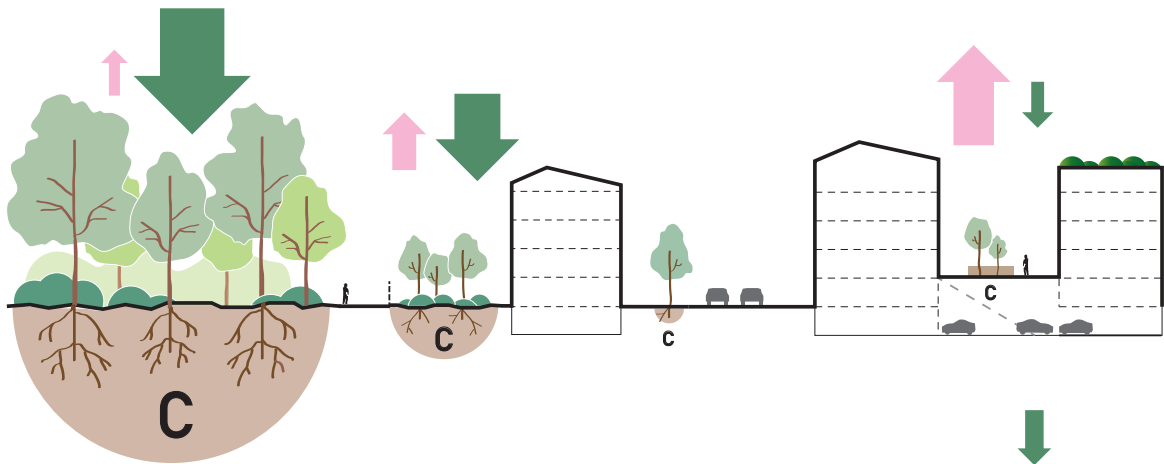
Rakenna uusia monihyötyisiä ja vähäpäästöisiä hiilinieluja

Uusia alueita rakennettaessa on varattava riittävästi tilaa kaupunkivihreälle ja etenkin isoiksi kasville puille. Kasvillisuudelle on turvattava suotuisat kasvuolosuhteet ja riittävä latvusto- ja juuristotila sekä sopivat kosteus- ja valo-olosuhteet. Tämä takaa kasvillisuuden hyvinvoinnin ja samalla turvaa tehokkaan hiilensidonnan ja ilmastosopeutuksen hyödyt. Tämä on erityisen tärkeää tiiviissä kaupunkirakenteessa, jossa kaupunkitulvien ja helleaaltojen vaikutukset ovat suurimmat. (Hautamäki ym. 2023)

Uuden kaupunkivihreän suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota monihyötyisyyttä tukevaan kaupunkivihreään, joka parantaa hiilensidonnan lisäksi myös kaupunkiluonnon monimuotoisuutta ja mahdollistaa asukkaiden luontokokemuksen. Monihyötyisyyttä voi tukea suosimalla paikallisia kasvilajeja, monilajista ja monikerroksellista kasvilisuutta sekä hallittua hoitamattomuutta ja uudenlaista kaupunkiluonnon villeyttä, joka tuottaa ilmasto-, monimuotoisuus- ja terveyshyötyjä (Ari- luoma 2025). Muutos kohti monihyötyistä kaupunkivihreää edellyttää myös asenteiden muutosta ja perinteisen ”siistin puiston” ihanteen haastamista (Lampinen ym. 2023).

Uuden kaupunkivihreän rakentamisessa tulee käyttää vähäpäästöisiä materiaaleja ja etenkin kasvualustoja, sillä ne aiheuttavat tällä hetkellä ison osan viherrakentamisen päästöistä. Tutkimuksemme mukaan turvepohjaisen kasvualustan osuus on 35 % puistorakentamisen materiaalinvalmistuksen, rakentamisen ja kunnossapidon päästöistä (Moinel ym. 2024). Sen vuoksi rakentamisvaiheessa on pyrittävä erityisesti olemassa olevan maaperän säilyttämiseen ja kierrätyskasvualustojen käyttämiseen tai hyödynnettävä turpeen sijaan biohiiltä tai kompostia. Keskeinen kysymys on, mistä kasvualustassa käytetty orgaaninen aines on peräisin: jos kasvualustassa on käytetty jätteestä valmistettua kompostia, päästöt ilmakehään tapahtuisivat joka tapauksessa, ja näin näennäisesti kielteiset päästöt ilmakehään ovatkin lopulta neutraaleja (Orttenvuori ym. 2023). Myös kunnossapidon vähäpäästöisyyttä on tuettava ja suosittava viherrakenteita, jotka eivät vaadi intensiivistä hoitoa. Ymmärrys viherrakentamisen päästöistä – ja hiilensidonnan potentiaalista – tukeekin kokonaisvaltaista ymmärrystä ilmastoviisaasta kaupungista. (Hautamäki ym. 2025)

KIRJOITTAJA: RANJA HAUTAMÄKI



Hiilinielut ja -varastot sekä päästöt vaihtelevat erityyppisillä viheralueilla. Hiilensidontaa kuvaavat vihreät nuolet ja päästöjä punaiset. Hiilivarastot on merkitty ruskealla (C). Vasemmalla metsä, jolla on suuri nielu- ja varastopotentiali ja pienet päästöt. Keskellä maanvarainen piha, jossa on kohtalainen sidontapotentiali mutta samalla myös melko isot päästöt johtuen kasvualustan päästöistä. Oikealla kansipihakortteli, jonka päästöt ovat suuremmat kuin hiilensidonta. Kaikilla viheralueilla voidaan kuitenkin tehostaa hiilensidontaa. (KUVA: HAUTAMÄKI YM. 2025)

Hiilensidonta
Päästöt

C

Hiilivarasto,
kirjaimen koko viittaa
varaston suuruuteen

Suositukset

- Varaa riittävästi tilaa kasvillisuudelle, etenkin isoille ja pitkäikäisille puille ja turvaa niille hyvät kasvuolosuhteet tiiviissäkin kaupunkirakenteessa.
- Hyödynnä monilajista ja kerroksellista kasvillisuutta, joka toimii hiilinieluna paremmin kuin yksilajinen istutus. Samalla se tukee luonnon monimuotoisuutta ja hulevesien hallintaa.
- Suosi maanvaraisia pihoja sekä rakentamisen päästöjen minimoimiseksi että monipuolisten ekosysteemipalvelujen turvaamiseksi.
- Ota huomioon hiiliviisaus jo suunnittelun alkuvaiheessa ja vertaa erilaisia vaihtoehtoja niiden hiilensidonnan ja päästöjen näkökulmasta.
- Kiinnitä huomiota kasvualustan laatuun, sillä kasvualustat muodostavat merkittävän päästön viherrakentamisessa. Hyödynnä olemassa olevaa maaperää, kierrätyskasvualustoja ja vähähiilisyttä tukevia kasvualustoja.
- Hyödynnä vähäpäästöisiä kunnossapidon menetelmiä ja viherrakenteita, jotka eivät edellytä intensiivistä hoitoa.

Hiiliviisaus edellyttää sosiaalista hyväksyttävyyttä

Hiiliviisaiden päätösten on oltava sosiaalisesti hyväksyttäviä. Viheralueita ei voida suunnitella pelkästään hiilensidonnan näkökulmasta vaan lisäksi on otettava huomioon kaupunkivihreään liittyviä erilaisia arvoja: virkistystoimintoja, luonnon monimuotoisuutta ja kaupunkikuvallisia tavoitteita. Tämän vuoksi esimerkiksi virkistysten ja liikunnan kannalta erityisen tärkeitä nurmikenttiä ei pitäisi kokonaan muuttaa niityiksi, vaikka muutos edistäisi luonnon monimuotoisuutta ja vähäpäästöisyyttä. Tutkimuksemme osoittaa, että ulkoilumahdollisuuksien ja kohteen esteettisten ominaisuuksien säilyttäminen ovat keskeisiä edellytyksiä esimerkiksi ennallistavien toimien sosiaaliselle hyväksyttävyydelle. (García-Antúnez ym. 2026)

Viheralueita koskevien päätösten tulee edistää sosiaalista oikeudenmukaisuutta. Tämä koskee esimerkiksi lähiviheralueiden saavutettavuutta eli sitä, miten lähellä kotia viheralueet sijaitsevat ja miten helppo niitä on käyttää. On pidettävä huoli siitä, että eri kaupunginosissa on riittävä latvuspeitto, jolloin kaikkien on mahdollista päästä osallisiksi kaupunkivihreän hyödyistä. Oikeudenmukaisuuden varmistaminen tarkoittaa myös erilaisten näkemysten huomioimista suunnittelussa ja etenkin haavoittuvassa asemassa olevien väestöryhmien osallistamista.

Tutkimuksemme osoittaa, että **käsitykset hiiliviisaudesta vaihtelevat suuresti** kaupunkilaisten iän, sukupuolen ja tulotason mukaan, mutta myös sen mukaan, missä määrin kaupunkilaiset kokevat pystyvänsä osallistumaan ja vaikuttamaan lähiviheralueidensa kunnossapitoon (Lampinen ym. 2022). Kaupunkilaisten asenteet viheralueiden hiiliviisauden lisäämistä

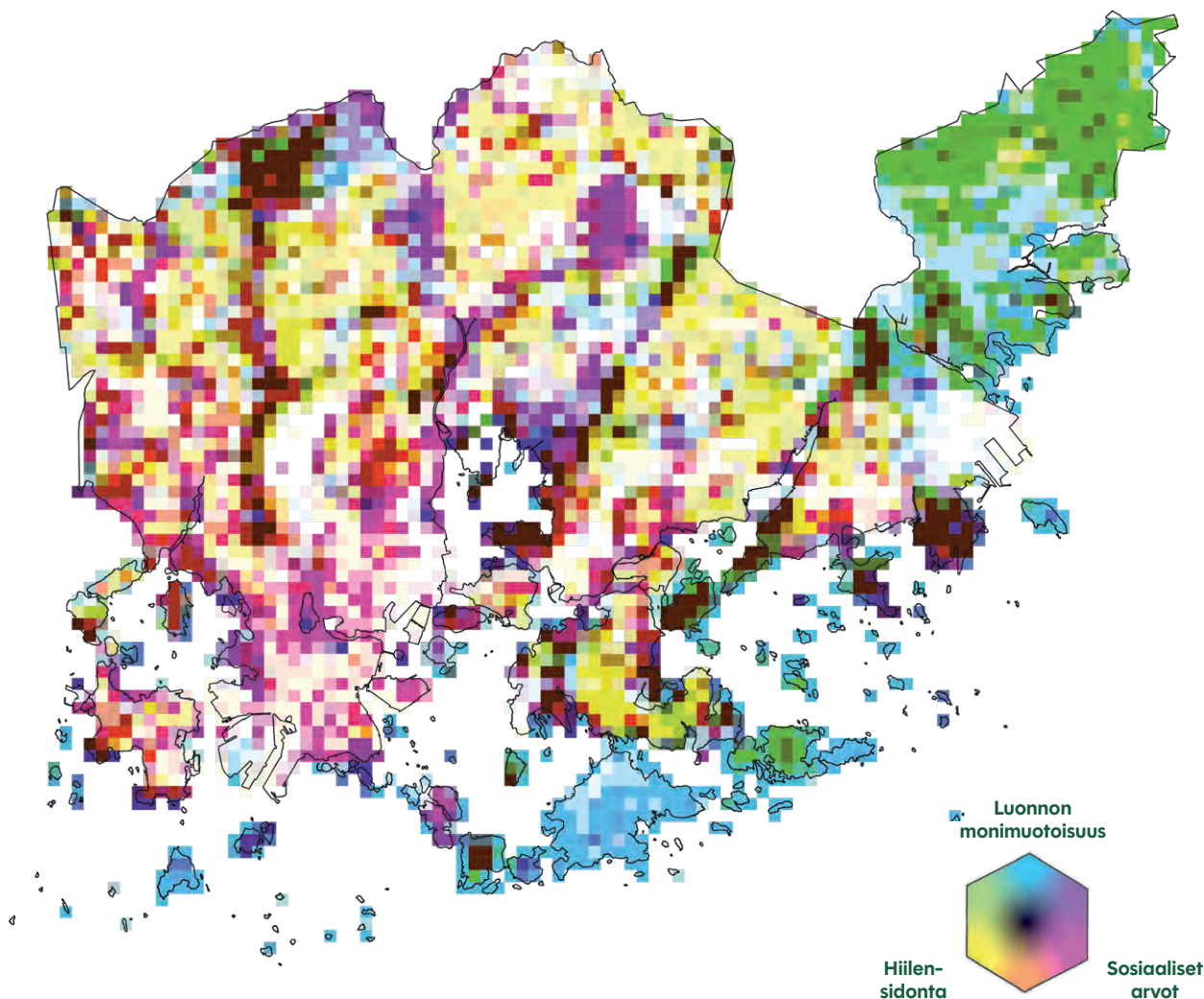
► Luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeät alueet (sinisellä), hiilensidontaa tukevat alueet (keltaisella) ja sosiaalisten arvojen tihtymät (pinkillä) Helsingissä. Tumalla näkyvät alueet edustavat monien arvojen kohtaamispaikkoja, joihin kuuluvat esimerkiksi Keskuspuisto ja Helsingin muut vihersormet.

(KUVA: LAMPINEN YM. 2024)

kohtaan ovat pääosin myönteisiä, mutta asenteiden vaihtelua selittivät jälleen asukkaiden ikä ja tulotaso sekä erilaiset viheralueiden arvottamisen tavat (Lampinen ym. 2023).

Kun julkinen hyväksyttävyyks kasvaa, uskalletaan hiiliviisautta toteuttaa rohkeammin myös yksityisillä pihilla, joiden osuus kaupunkien viherrakenteesta on hyvin iso. Tämän vuoksi on tärkeää tunnistaa, miten pihojen hiiliviisautta voidaan edistää ja mitkä tekijät vaikeuttavat sen toimeenpanoa. Tutkimuksemme osoittaa, että villi luonto leikkaamattomine nurmikkoineen ja kuolleine puineen voi aiheuttaa vastustusta luonto- ja hiilihyödyistään huolimatta (García-Antúnez ym. 2023). Pihanomistajan päätöksiin vaikuttavatkin henkilökohtaiset motiivit ja sosiaaliset normit: oma elämäntapa voi tukea hiiliviisautta, mutta naapuruston odotukset toisentyypistä puutarhanhoitoa. Hiiliviisauden edistäminen vaatii siksi myös sosiaalisten tekijöiden huomioimista.

KIRJOITTAJAT: ORIOL GARCÍA-ANTÚNEZ
JA RANJA HAUTAMÄKI



Suosituks

- Huolehdi sosiaalisesta oikeudenmukaisuudesta: anna erilaisille toimijoille mahdollisuus tuoda näkemyksensä esiin ja pyri takaamaan kaikille yhtäläinen oikeus viheralueiden tuottamiin hyötyihin.
- Tunnista viheralueiden erilaiset arvot, yhteensovita niitä ja priorisoi. Ilmastonäkökohtien lisäksi viheralueilla on merkitystä myös hyvinvoinnin ja luonnon monimuotoisuuden kannalta.
- Ota huomioon viheralueiden saavutettavuus ja houkuttelevuus hiiliviisauden toimeenpanossa.
- Ota asukkaat mukaan viheralueiden suunnitteluun ja kunnossapitoon – näin saadaan ilmastotoimille sosiaalista hyväksyttävyyttä.
- Seuraa suunnittelun sosiaalisia vaikutuksia ja edistä ympäristöoikeudenmukaisuutta.

Hiiliviisas kaupunkivihreä on olennainen osa kokonaiskestävyyttä

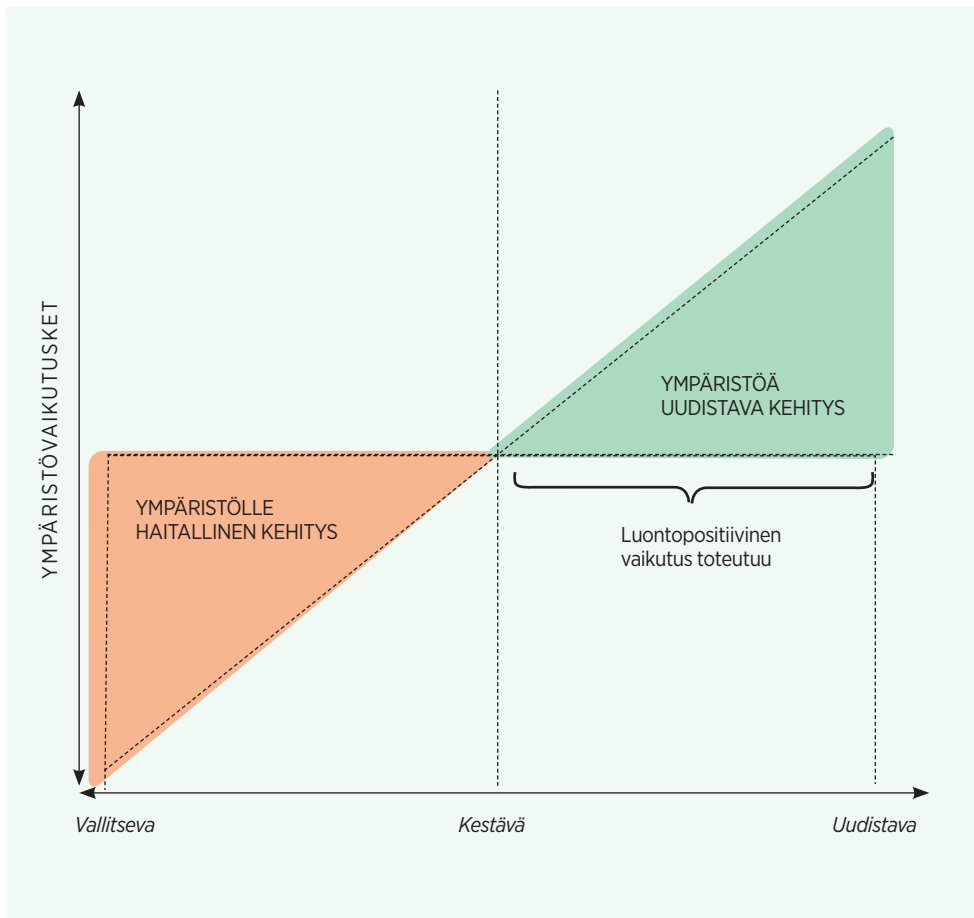
Tiivis kaupunkirakentaminen ei yksin riitä takamaan kokonaisvaltaisesti kestäväää kaupunki- ja viherrakennetta. Tiivistäminen on vakiintunut suomalaisessa kaupunkipolitiikassa keskeiseksi strategiaksi kestäväan kaupunkikehityksen edistämiseksi. Viimeaikainen tutkimus kuitenkin osoittaa, että tiivistyvä kaupunkirakenne voi vähentää kaupunkivihreän määrää heikentäen paikallisia ekosysteemipalveluja (Leppänen ym. 2024, Berghauser Pont ym. 2021, Hautamäki ym. 2024). Tämä kehitys on kokonaiskestävyyden näkökulmasta ongelmallista, sillä kaupunkivihreän väheneminen heikentää terveyshyötyjä ja elinympäristöjen laatua. Viherryttämisen tulisi olla oikeudenmukaista, ja kaikkien väestöryhmien tulisi päästä osallisiksi sen hyödyistä. Kansainvälinen tutkimus osoittaa, että viherryttämällä voi olla myös ei-toivottuja vaikutuksia, kuten alueellisen eriytymisen kärjistyminen (Anguelovski ym. 2022). Tästä syystä viherryttämistä suunniteltaessa on tärkeää huomioida mahdolliset tulevaisuuden riskit ja varmistaa, että oikeudenmukaisuuskysymykset integroidaan osaksi suunnittelua jo varhaisessa vaiheessa.

Samalla kun ilmastonmuutoksen hillintä vaatii ole-massa olevan infrastruktuurin käyttöä ja päästöjen vähentämistä, on kiinnitettävä huomiota myös hiilinieluihin ja lähivihreän tuottamiin paikallisiin ympäristöhyötyihin. Vaikka kaupunkivihreän hiilensidonta on melko pientä suhteessa kumulatiivisiin kaupungin kasvihuonekaasupäästöihin, sen merkitys korostuu vuosi vuodelta, kun muu yhteiskunta vähähiillistyy. Hiilinielut sitovat Helsingissä tällä hetkellä vain alle 10 % kokonaispäästöistä, mutta mitä enemmän liikenteen ja energiantuotannon päästöjä leikataan, sitä suurempaan rooliin hiilinielut nousevat kaupungin hiilitaseessa.

Samalla kaupunkivihreä tuottaa paikallisia hyvinvointi- ja terveyshyötyjä ja tukee ilmastosopeumista. Tätä korostaa esimerkiksi 3–30–300-periaate, jonka mukaan jokaisesta asunnosta tulisi näkyä vähintään kolme puuta, kaupunginosan latvuspeiton tulisi olla vähintään 30 prosenttia ja lähimmälle viheralueelle enintään 300 metriä matkaa (Konijnendijk 2023). Kaupunkivihreä onkin monihyötyisyydessään vertaansa vailla kustannustehokkaana ratkaisuna kaupunkien kohtaamiin tulevaisuuden haasteisiin, kuten lämpösaarekeilmiöön, hulevesien hallintaan sekä tasapuolisten virkistätymismahdollisuuksien turvaamiseen (Hautamäki ym. 2023, Suomi ym. 2025).

Kaupunkivihreä kietoutuu tiiviisti ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden kokonaisuuteen ja systeemiseen kestävyysmurrokseen. Vihreää ei tulisikaan nähdä pelkästään erillisenä tai määrällisenä elementtinä, vaan osana strategista kaupunkikehitystä ja yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria. Kaupunkivihreä vaikuttaa ihmisten hyvinvointiin, kaupungin houkuttelevuuteen, sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen, ilmastosopeutumiseen sekä hiilineutraaliustavoitteisiin, joihin kunnat ovat maankäyttöpöliikassaan sitoutuneet. Kaupunkivihreän merkityksen tunnistaminen olennaisena osana kokonaiskestävyyttä edellyttää systeemistä muutosta. Regeneratiivinen eli uudistava kaupunkisuunnittelu korostaa ekosysteemipalveluiden vahvistamista ja luonnon prosessien palauttamista osaksi rakennettua ympäristöä – sitä että luonnolle annetaan enemmän kuin siltä otetaan (Kinnunen 2024, Pedersen Zari 2018).

KIRJOITTAJA: ILMARI TALVITIE



Muutos kestävyysajattelussa siirtää huomion vallitsevasta ja vahinkoja minimoivasta toiminnasta kohti ympäristöä uudistavaa kehitystä (ns. luontopositiivisia tulevaisuuskuvia, joissa ihmistointa tuottaa ympäristölle hyötyä). (KUVA: KINNUNEN 2024)

Ydinviestit

- Kaupunkivihreä tulee nähdä osana kaupunkien kokonaiskestävyyttä ja kriittistä infrastruktuuria, joka varmistaa kaupunkiemme elinkelpoisuuden.
- Ilmastovaikutuksia on arvioitava kokonaisvaltaisesti siten, että päästöjen ohella otetaan huomioon myös hiilinielut ja kaupunkivihreän hyödyt ilmastomuutokseen sopeutumisessa.
- Tulevaisuuden kaupungin tulee omaksua suunnittelumalli, jossa rakennettu ympäristö ei ainoastaan pyri minimoimaan luontoarvojen menetystä, vaan aktiivisesti vahvistaa ja palauttaa niitä.



KUVA: MIKKO RASKINEN

3 Ratkaisuja



Hiiliviisas piha

Hiiliviisaalla pihalla tulee suosia läpäiseviä, kasvillisuuspeitteisiä pintoja. Esimerkiksi nurmikko, niitty ja maanpeitekasvillisuus ovat aina asfalttia parempi vaihtoehto, sillä ne sitovat hiiltä, parantavat veden imeytymistä ja tarjoavat elinympäristöjä pieneliöille. Hiilensidontaa voi tehostaa myös käyttämällä kerroksellisia ja monilajisia istutusalueita, joissa on puita, pensaita ja maanpeitekasveja (Ariluoma ym. 2024).

Hiiliviisaalla pihalla huomioidaan paikalliset olosuhteet niin kasvuoolosuhteiden kuin hoitotoimienkin osalta sekä annetaan kasvien hyödyntää tontin hulevettä. Kasvillisuuden osalta tarvitaan paikallisiin olosuhteisiin sopivia lajeja ja riittävästi kasvualustaa. Kun mahdollista, anna kasvien juurille mahdollisuus kasvaa suoraan maaperään eristettyjen kaivantojen tai betonialtaiden sijaan. Hyödynnä kasteluvetena ensisijaisesti hulevettä.

Eloperäisen aineksen kierrättäminen ja elävän maan hoiva ylläpitää maaperän eliöstöä ja vahvistaa sen hiilivarastoa. Käytännön keinot vaihtelevat pientalopihojen puutarhajätekompostien ja syksyisen lehtien paikoilleen silppuamisen välillä (Tahvonen, 2023), mutta perusperiaate on sama niin piholla kuin puistoissakin: hiilivaranto kannattaa jättää paikalleen. Toisin sanoen, silppua lehdet maatuomaan nurmikolle tai pensaiden alustoille, käytä risut ja oksat lahoaitoihin tai haketa oksat pensaiden katteeksi paikan päällä.

Kaikki kaupunkivihreä ei kuitenkaan automaattisesti ole hyvä hiilivarasto. Jatkuvaan maan muokkaukseen perustuva hoito voi kokonaisuutena toimia jopa hiilen päästölähteenä, kuten siirtolapuutarhoissa on havaittu (Ke ym. 2025). Tämän vuoksi on tärkeää

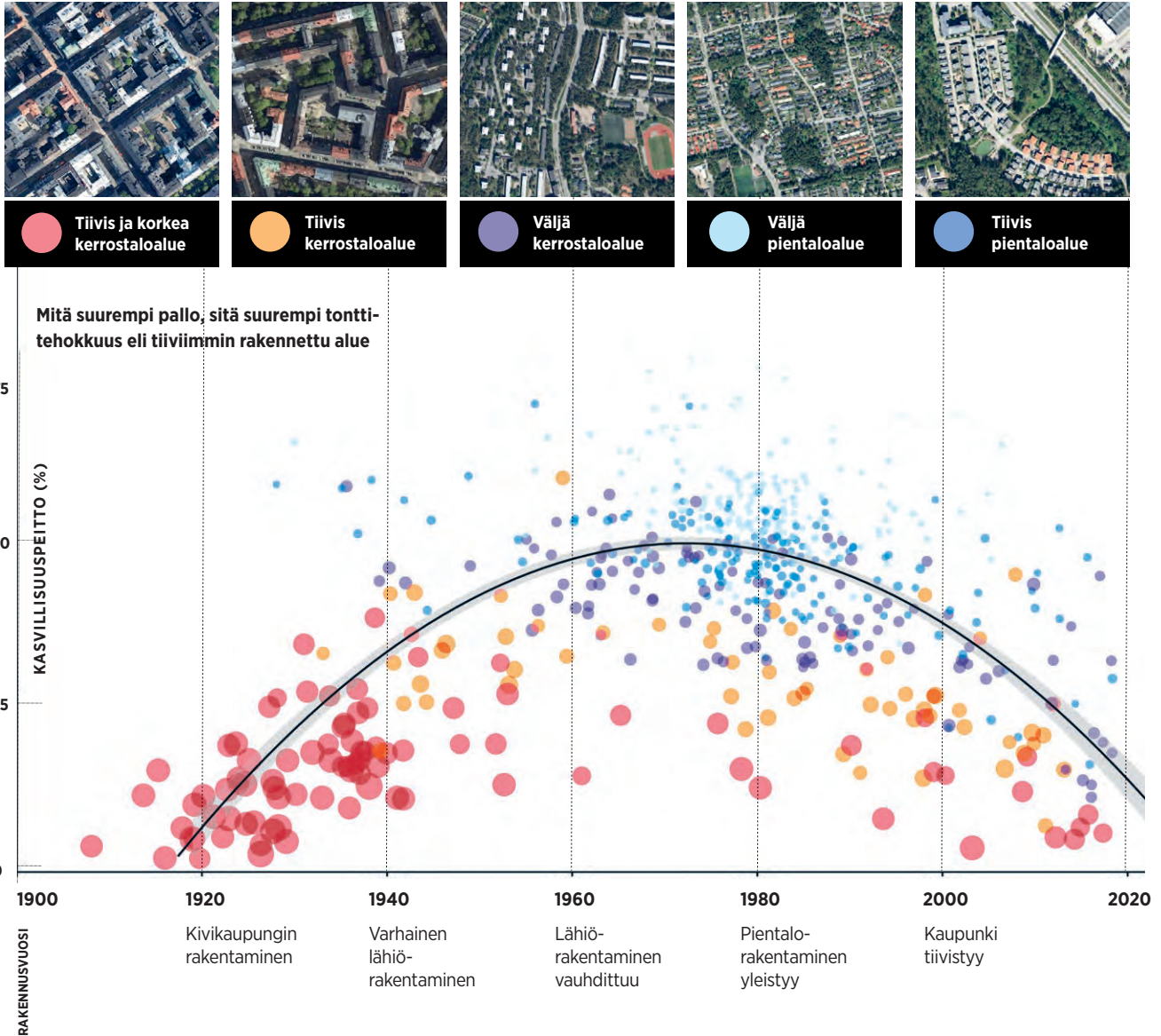
► Kasvillisuuden määrä ja etenkin suuret puut ovat vähentyneet 1970-luvun lopulta lähtien selvästi Helsingin asuintonteilla. Tämä heikentää hiilensidontaa ja voi nostaa kesäisiä lämpötiloja.

(KUVA: LEPPÄNEN YM. 2024)

vahvistaa kasvillisuuden ja maaperän hiilensidontaa samalla, kun työhön liittyviä hiilipäästöjä vähennetään esimerkiksi lyhentämällä kuljetusmatkoja, tekemällä harkittuja kalustovalintoja ja vähentämällä turvepohjaisen kasvualustan käyttöä (Suomalainen ym. 2022). Hiiliviisauden kannalta on myös ongelmallista, että puiden hiilivarasto kertyy hitaasti, jos puu ei kasva hyvin ja katoa kokonaan, jos puu kaadetaan.

Pihan hiiliviisautta voidaan edistää helposti tekemällä pihan käyttöön ja hoitoon liittyviä valintoja joko omalla pihalla tai yhteisesti taloyhtiöpihalla (Ryymin & Tahvonen 2025). Pientalopihan asukas voi omistajana tehdä helposti ja nopeasti päätöksiä, mutta taloyhtiön pihalla tarvitaan monen toimijan mukanaoloa ja taloyhtiön, isännöitsijän ja huoltoliikkeen yhteistyötä. Hiiliviisas piha kannattaa, koska se tarjoaa hiilensidontan lisäksi muita hyötyjä: elinympäristöjä muille lajeille ja asukkaille terveyttä edistävää luontokosketusta. Vaikka yhdellä pihalla tehty ratkaisut tuntuvat pieniltä, kokonaisuudessa pihojen osuus kaupunkien viherrakenteesta on suuri, Euroopassa noin 40 % (Haase ym. 2019). **Kun valtaosa pihosta edistää hiiliviisautta, saavutetaan asuinalueilla merkittävä vaikutus.**

KIRJOITTAJAT: OUTI TAHVONEN,
PAULA-KAISA LEPPÄNEN JA RANJA HAUTAMÄKI



Suositukset:

- Minimoi asfaltoidut tai muuten päällystetyt alueet ja maksimoi kasvillisuuden ja läpäisevien pintamateriaalien määrää. Läpäisevät pinnat mahdollistavat hiilen sitoutumisen maahan, imeyttävät vettä ja tarjoavat elinympäristön pieneliöille.
- Kierrätä eloperäistä ainesta pihalla – hyödynnä puutarhakompostointia ja jätä syksyiset lehdet maahan tai silppua ne maatumaan nurmikoille tai istutusalueille katteeksi.
- Vältä turhaa maanmuokkausta, sillä se vapauttaa hiiltä.

Niityt ja nurmikot

Niityt kestävät kuivia kausia elinvoimaisina nurmikoita paremmin (Trémeau ym. 2024), mikä voi olla merkittävä etu tulevaisuuden ilmastossa. Tämä johtuu todennäköisesti lajiston monimuotoisuudesta ja harvasta niittotiheydestä, joka antaa niitykasveille mahdollisuuden kehittää syviä juuristoja. **Kun tarkastellaan nykyilmastossa koko vuoden hiilitasetta, niityt ja nurmikot ovat kuitenkin melko samanlaisia:** vaikka niityillä on suurempi biomassa keskikesällä, keväisin ja syksyisin nurmikot sitovat hiiltä keskimääräisiä niittyjä tehokkaammin (Trémeau ym. 2024). Nurmikoiden kunnossapidosta ja leikkauksesta johtuvat päästöt ovat kuitenkin suuremmat kuin niittyjen hoidosta aiheutuvat päästöt (Ariluoma 2025).

Nurmikko on tehokas hiilensitoja, mutta maaperästä vapautuva hiili vaikuttaa ratkaisevasti hiilitaseeseen. Jos nurmikko perustetaan multavalle kasvualustalle, joka sisältää paljon orgaanista ainetta, mikrobitoiminnan vapauttama hiilidioksidimäärä ilmakehään voi olla suurempi kuin kasvien yhteyttämällä sitoma hiili. Silloin nurmikko toimii päästölähteenä. Sen sijaan varttuneella nurmikolla tai vähähiilisellä kasvualustalla hiilensidonta voi ylittää hajoamisen, jolloin alue toimii hiilinieluna. Tämä osaltaan tukee ydinviestiä olemassa olevien viherialueiden säilyttämisestä ja niiden muuttamisen minimoimisesta. Uusia nurmikoita perustettaessa on tärkeää huomioida myös kasvualustan alkuperä. Olemassa olevien maiden tai jäteperäisten materiaalien käyttö aiheuttaa vähemmän lisäpäästöjä, koska niiden hajoaminen tapahtuisi joka tapauksessa. Sen sijaan neitseellisten luonnonvarojen kuten turpeen hyödyntäminen kasvualustana on selkeästi ilmastolle haitallisempaa.

Nurmikon kastelu voimistaa hiilensidontaa kesällä, jolloin nurmikot kuivuvat helposti, mutta kastelu voi lisätä myös maaperän päästöjä. Helsingissä tehdyn tutkimuksemme mukaan kastelu parantaa kasvien elinvoimaa, yhteyttämistä ja kasvua, mutta samalla se kiihdyttää maaperän orgaanisen aineen hajoamista (Thölix ym. 2025). Näin ollen kastelun vaikutus hiilitaseeseen riippuu paljon maaperän ominaisuuksista ja siitä, kuinka nopeasti orgaaninen aines hajoaa kosteissa oloissa. Mallinnusten mukaan tulevaisuuden lämpimämmässä ilmastossa kastelu lisää hajoamista enemmän kuin yhteyttämistä, jolloin kokonaisvaikutus ilmastoon on kielteinen (Koi-so-Kanttila ym. 2026). Kastelun järjestäminen kalustohankintoihin aiheuttaa myös päästöjä.

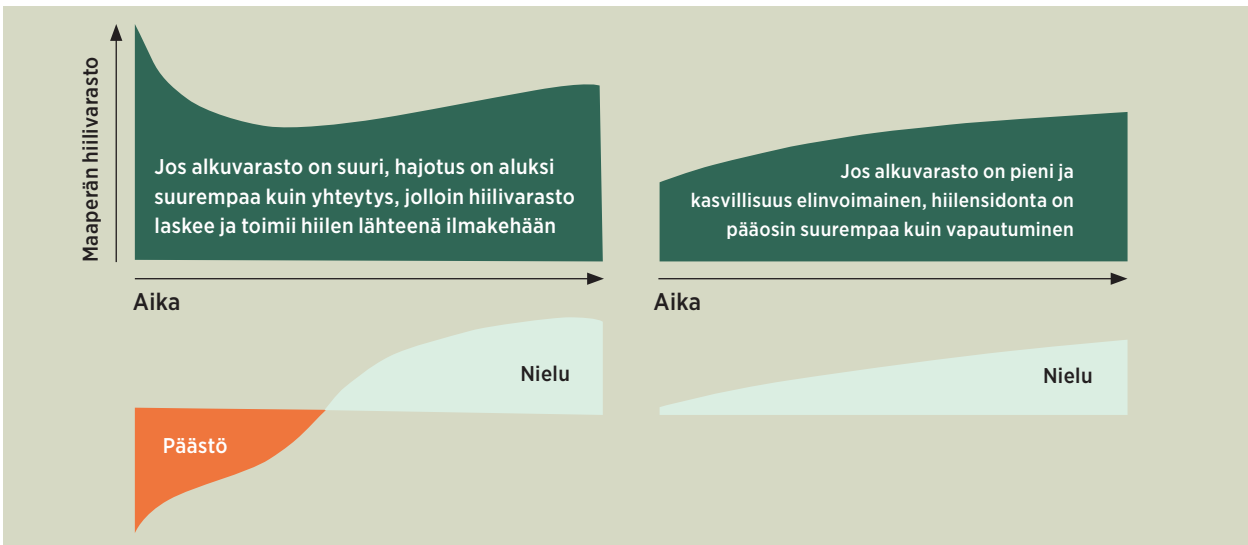
KIRJOITTAJA: LIISA KULMALA

Ydinviestit:

- Niityt kestävät kuivuutta ja vaativat vähemmän päästöjä aiheuttavaa kunnossapitoa kuin nurmikot. Samalla ne tukevat luonnon monimuotoisuutta.
- Nurmikot voivat toimia hyvinä hiilinieluinä silloin, kun maaperä ei jo ennestään sisällä paljon hiiltä ja nurmikko hoidetaan kevyesti ilman tarpeetonta maanmuokkausta mahdollistaen hiilen kertymisen vähitellen maaperään
- Hiilirikkaalle, multavalle kasvualustalle perustettu uusi nurmikko voi olla myös päästölähde, sillä maaperästä vapautuvat päästöt ylittävät yhteyttämisen.
- Kuivuuden vaivaaman nurmikon kastelu tehostaa sen yhteyttämistä, mutta kastelu voi myös lisätä päästöjä.



Tutkijat keräämässä kasvillisuusnäytteitä erityyppisiltä niityiltä.
KUVAAJA OUTI TAHVONEN



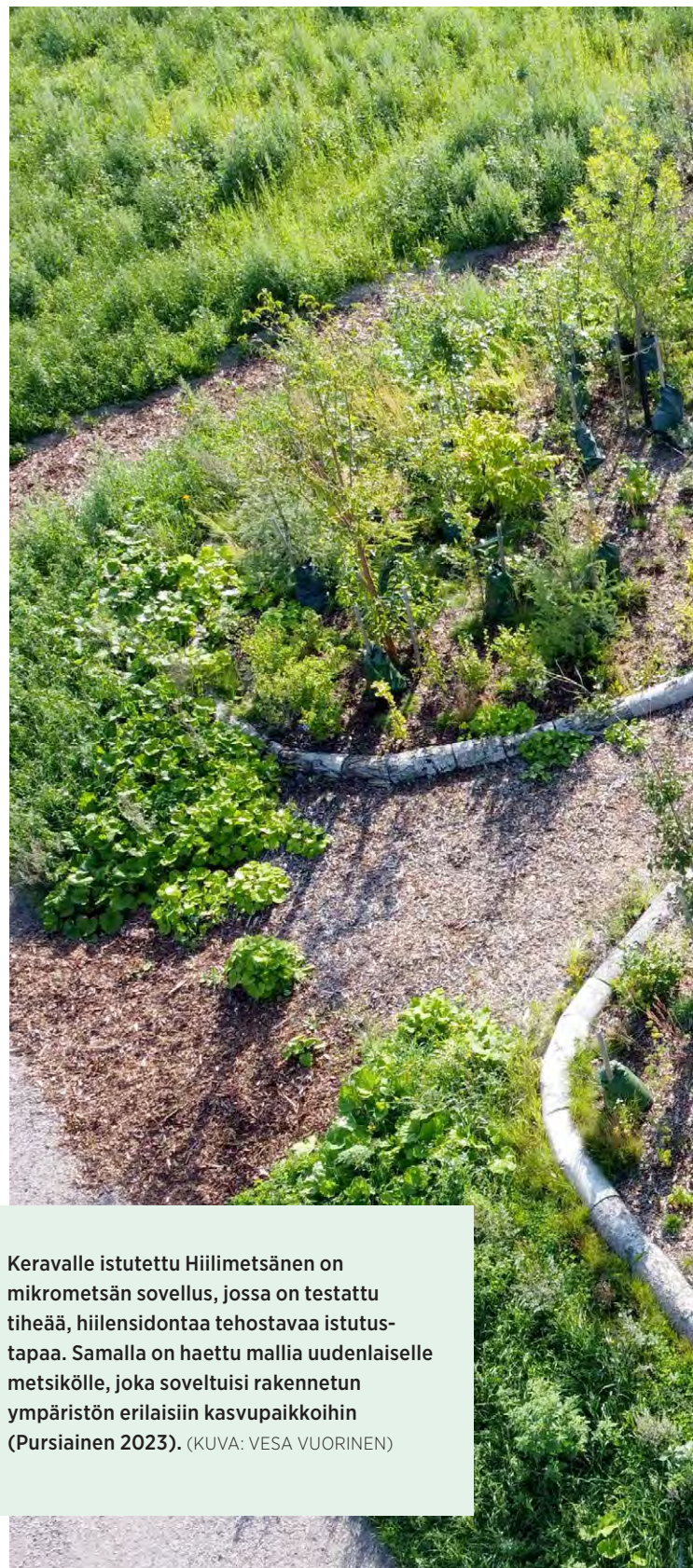
Nurmikon ja niityn kyky toimia hiilinieluna riippuu mm. maaperän hiilivaraston koosta. Suuri hiilivarasto hajoaa nopeammin, jolloin kasvillisuuden on vaikeampi sitoa ilmakehästä enemmän hiiltä kuin mitä maaperästä vapautuu. Erityisesti istutushetkellä usein tuodaan paljon orgaanista ainesta sisältävää kasvualustaa, joka hajoaa nopeasti ilmakehään ja aiheuttaa päästöjä (KUVA: LIISA KULMALA).

Mikrometsät

Mikrometsä tarkoittaa tiheää, monilajista ja kerroksellista puu- ja pensaskasvillisuutta, jonka ominaisuudet edistävät kasvua, hiilensidontaa ja tukevat luonnon monimuotoisuutta. Mikrometsäperiaatteella toteutettu kasvillisuus luo suhteellisen nopeasti suojaavaa ja varjostavaa vihreyttä sinne, missä sitä tarvitaan. Alun perin mikrometsän idean kehitti japanilainen professori **Akira Miyawaki**, joka loi menetelmän metsien ennallistamiseen. Tavoitteena oli kasvattaa paikallisiin lajeihin perustuvia metsiä haastaville kasvupaikoille, joilla esiintyy esimerkiksi eroosiota ja kuivuutta. Tavallisesti mikrometsän kasvatusta alkaa istuttamalla tiheästi pienikokoisia taimia. Alkuvaiheen jälkeen monilajinen puusto saa kehittyä luonnostaan, ja parhaiten menestyvät lajit valtaavat alaa. Sittemmin mikrometsämenetelmä on saanut myös muunnelmia sovelluksia ympäri maailmaa. (Lewis 2022)

Mikrometsät voivat olla erikokoisia ja sijaita monenlaisissa ympäristöissä ja myös hyvin rakennetussa ympäristössä. Nykyään mikrometsiä perustetaan etenkin kaupunkikeihin, joissa kasvupaikat ovat usein vaativia. Mikrometsän ideana on, että kasvillisuus muodostuu luonnostaan sellaiseksi, joka paikalla parhaiten menestyy. Näin lisätään vihreyttä, hiilinieluja ja luonnon monimuotoisuutta tehokkaasti. Mikrometsät sopivat monenlaisiin paikkoihin, kuten tienpientareille, meluvälille, aukioille ja rakennetun ympäristön välitiloihin, joissa kasvillisuutta on muuten niukasti. Mikrometsiä voi perustaa myös puistoihin ja kotipihoille. Niiden perustamiseen ja hoitoon voi liittyä myös yhteisöllisyyttä, esimerkiksi koulupihalla yhdessä oppilaiden kanssa istutetun metsikön muodossa. Näin mikrometsillä voi olla myös sosiaalinen ja kasvatuksellinen merkitys.

KIRJOITTAJA: MARI ARILUOMA



Keravalle istutettu Hiilimetsä on mikrometsän sovellus, jossa on testattu tiheää, hiilensidontaa tehostavaa istutustapaa. Samalla on haettu mallia uudentyyppiselle metsikölle, joka soveltuisi rakennetun ympäristön erilaisiin kasvupaikkoihin (Pursiainen 2023). (KUVA: VESA VUORINEN)



Ydinviestit:

- Mikrometsän voi perustaa melkein mihin tahansa missä on vähintään parkkiruudun verran tilaa.
- Istutuksessa voi käyttää eri kokoisia taimia, kuten pieniä puiden metsätaimia ja avojuurisia pensaita sekä osittain myös siemeniä.
- Istutettavat lajit kannattaa valita sen perusteella millainen maaperä paikalla on ja millaisia lajeja ympäristössä kasvaa luonnostaan. Periaatteena on muokata kasvualustaa mahdollisimman vähän.
- Istutustiheys riippuu taimien koosta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää 3–4 tainta /m², kun käytetään esimerkiksi 20–40 cm korkeita puiden pikkutaimia.
- Alkuvaiheessa kannattaa seurata kastelun tarvetta ja poistaa mahdollisesti liian voimakkaasti leviäviä rikkakasveja, jotta taimien kasvu pääsee hyvään alkuun.
- Myöhemmin, kun kasvillisuus on juurtunut hyvin, voidaan sen antaa kehittyä vapaasti.





4 Menetelmiä



Hiilinielujen arviointi

Hiilinielujen mittaamiseen on olemassa useita menetelmiä, joista jokaisella on omat vahvuutensa ja rajoituksensa. Hiilitasetta voitaisiin arvioida hiilivaraston muutoksista kasvillisuudessa ja maaperässä, mutta tätä menetelmää harvoin käytetään, koska mittaus on kallista ja työlästä kaupunkiluonnon mosaikkimaisen luonteen ja suuren paikallisen vaihtelun takia. Lisäksi tämä vaatii pitkän tarkastelujakson. Tämän vuoksi hyödynnetään usein esimerkiksi **kammiomittauksia**, joilla voidaan arvioida yksittäisen oksan tai pienen nurmi- tai niittyalueen hiilidioksidin vaihtoa ilmakehän kanssa sekä sen vastetta erilaisiin ympäristötekijöihin kuten valoon.

Vastaavasti mikrometeorologinen **pyörrekovarianssimittaus** antaa useiden satojen metrien säteellä alueellisen hiilitaseen. Tämä on suorin tapa mitata hiilidioksidin vaihtoa ilmakehän ja kasvillisuuden välillä, mutta sen haasteena on erottelu hiilitaseen eri komponentteihin eli yhteyttämiseen sekä luonnollisiin ja ihmisperäisiin hiilidioksidipäästöihin. Lisäksi havainto on keskiarvo useasta erilaisesta kasvupaikasta, joten yksittäisten kasvillisuustyyppien tutkiminen on hankalaa. Mittaus on kuitenkin arvokas apuväline erityisesti mallien testaamisessa. **Satelliiteilla** voidaan havainnoida muutoksia erilaisissa kasvillisuuden määrää ja aktiivisuutta kuvaavissa indekseissä ainakin karkealla alueellisella tasolla. Satelliittituotteita hyödynnetään paljon mallien kehityksessä ja testaamisessa, mutta niillä on yksin vaikea arvioida hiilivarastojen muutoksia, erityisesti maaperässä.

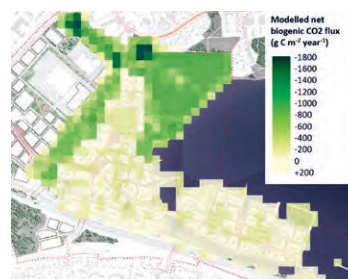
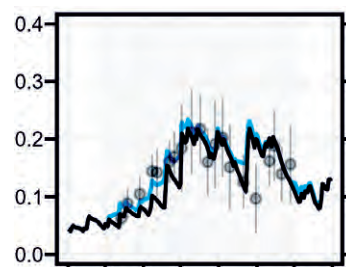
Ison alueen, esimerkiksi kunnan, hiilitaseiden arvioiminen on helpointa erilaisten **ekosysteemien toimintaa kuvaavien mallien avulla**. Kaupunkien hiilinieluja arvioidaan yleisesti Pohjois-Amerikassa

► Hiilitaseen arvioinnissa käytetään usein erilaisille kasvillisuustypeille testattuja malleja, joita kehitetään hyödyntäen monenlaisia mittauksia. Vasemmalla oksa- ja maakammiot, jotka mittaavat lehtien yhteytystä ja luonnollisia maaperän hiilidioksidipäästöjä.

(KUVAT: CO-CARBON; YLÄVASEN: KARVINEN YM. 2024; ALAVASEN: JÄRVI YM. 2024)

kehitettyllä i-Tree sovelluksella, joka arvioi pääasiallisia puiden hiilinieluja ja -varastoja mitattujen puiden kasvuyhtälöiden avulla. Se ei kuitenkaan pysty huomioimaan monimuotoista kaupunkiluontoa kattavasti, esimerkiksi hoitokäytäntöjä, maaperää ja monia ruohomaisia tai pensasmaisia kasvillisuustyppejä. Tämän vuoksi on kehitetty prosessipohjaisia malleja erilaisiin suomalaisiin ja eurooppalaisiin kaupunkimaisiin kasvillisuustyyppeihin paikallisten mittausten avulla (Havu ym. 2022, Karvinen ym. 2024, Trémeau ym. 2024, Stagakis ym. 2025, Thölix ym. 2025). Satelliitti- ja prosessipohjaiset mallit mahdollistavat hiilensidonnan vuosien välisen vaihtelun tarkastelun ja jälkimmäiset myös hiilensidonta-arviot eri hoitoskenaarioiden tarkastelun ja tulevaisuuden ilmastossa (Havu ym. 2024, Koiso-Kanttila ym. 2026). **Mallien avulla voidaan näin huomioida suunnitteluratkaisuissa kasvien menestyminen ja hiilensidonta myös tulevaisuudessa**. Monet tieteelliset mallit ovat raskaita ja vaikeakäyttöisiä, mutta näitä on kevennetty koneoppimismenetelmien avulla käytännön tarpeita ajatellen (Vasenkari ym. arvioitavana).

KIRJOITTAJAT: LIISA KULMALA JA LEENA JÄRVI



Ydinviestit:

- Kaupunkien hiilinelujen arviointi vaatii useiden menetelmien yhdistämistä. Yksittäiset mittaukset eivät riitä kuvaamaan mosaikkimaista kaupunkiluontoa ja sen suurta ajallista ja paikallista vaihtelua.
- Kaupunkien hiilitaseita voidaan arvioida kokonaisuutena ekosysteemimalleilla, joiden kehityksessä kenttä- ja satelliittimittaukset ovat hyödyllisiä. Prosessipohjaiset mallit pystyvät huomioimaan kaupunkiluonnon monimuotoisuuden, hoitokäytännöt ja eri kasvillisuustyyppit paremmin kuin yksinkertaisemmat, puustoon keskittyvät työkalut.
- Mallit mahdollistavat hiilensidonnan vaihtelun tarkastelun eri ilmasto-, rakennus- ja hoitoskenaarioissa sekä tulevaisuuden suunnitteluratkaisujen arvioinnin.

Kaupunkivihreän elinkaariarviointi

Hiiliviisaan kaupunkivihreän suunnittelu edellyttää elinkaariajattelua (LCA, life cycle assessment), jonka avulla voidaan tuoda esille tuotteen, prosessin tai palvelun ympäristövaikutukset. Uusi rakentamislaki edellyttää elinkaariarviointiin pohjautuvaa ilmastoselvitystä useimmissa uusissa rakennushankkeissa. Elinkaariarviointi on tulossa myös osaksi koko EU:n rakentamissäädöksiä. Eurooppalaisen standardin EN 15978:n mukaisesti arvioinnin tulee kattaa koko rakennustyömaa, siis myös tontin viherrakenteet (Moinel 2025).

Vaikka elinkaariarviointi on yleistynyt rakennus-alalla ja pyrkii kattamaan kaikki rakentamisen ympäristövaikutukset, viherrakentaminen tavallisesti puuttuu laskelmista. Tämä johtuu siitä, että viherrakentamisen tuotteista, kuten taimistotuotteista tai kasvualustoista, ei ole vielä riittävästi tietoa kansallisessa päästötietokannassa. Tutkimuksemme mukaan erityisesti kasvillisuuden, kasvualustojen ja kunnossapidon hiilijalanjälki vaativat huomiota (Moinel ym. 2024). Lisäksi standardoidut laskentamenetelmät puuttuvat, koska elävän kasvillisuuden ja maaperän elinkaari eroaa luonteeltaan merkittävästi rakennustuotteista. Kaupunkivihreän elinkaaren päätevaiheessa tapahtuva orgaanisen hiilen kertyminen ja vapautumisen raportointi vaatii myös lisätutkimusta.

Kaupunkivihreän elinkaariarvioinnissa keskitytään materiaalien, kasvillisuuden ja maaperän elinkaaren jokaiseen vaiheeseen. Arvioinnissa lasketaan kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat, jotka liittyvät viherrakentamisen tuotteisiin (materiaalien valmistus ja kasvillisuuden taimituotanto), rakentamiseen (koneet ja kuljetukset), käyttöön

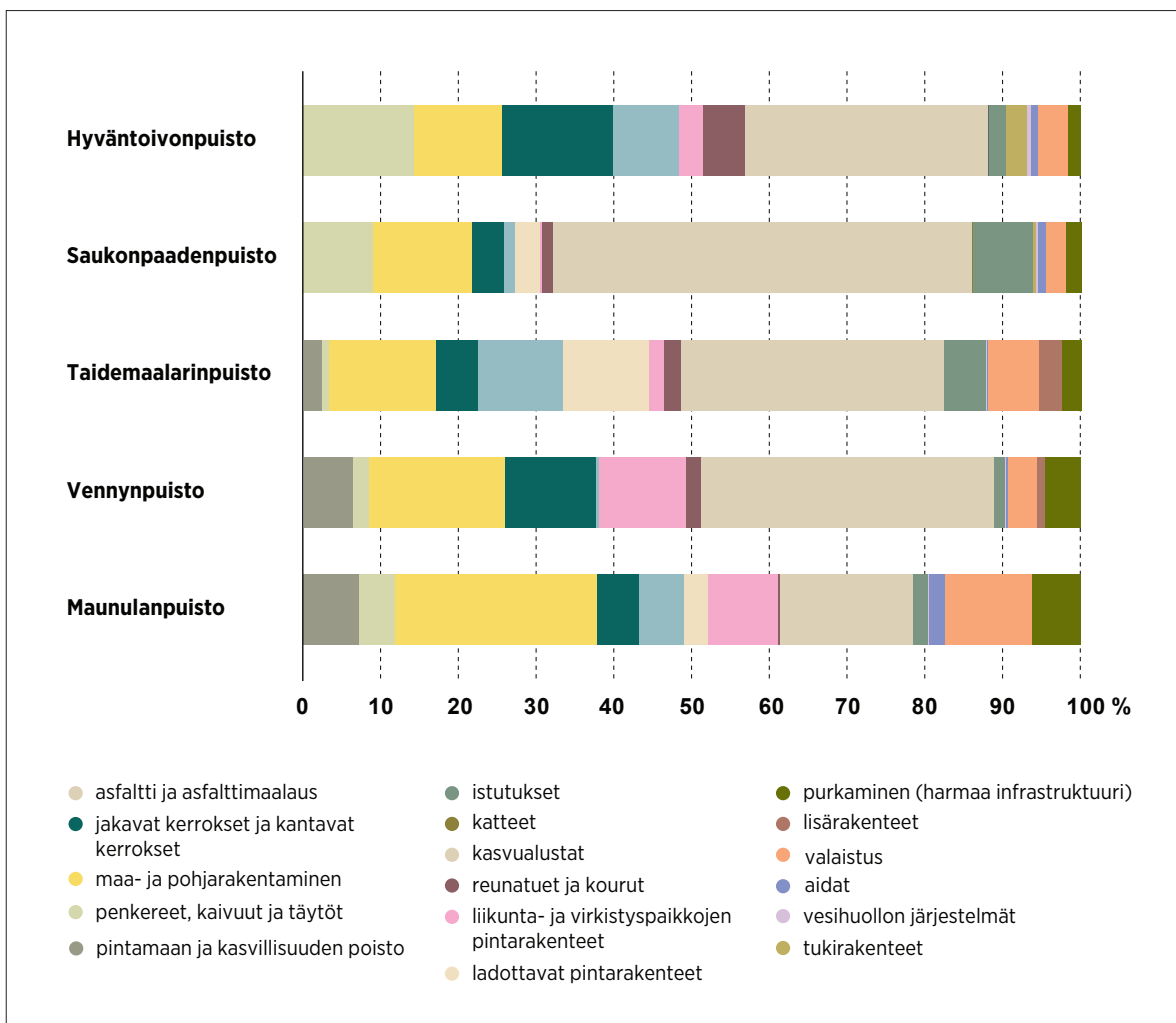
sekä elinkaaren loppuun. Elinkaariarvioinnin avulla voidaan tunnistaa materiaalien ja prosessien keskeiset päästölähteet jo suunnitteluvaiheen alussa ja tarkemmassa rakennusvaiheessa. Tämä mahdollistaa erilaisten vaihtoehtojen vertailun ja tarvittavien muutosten tekemisen päästöjen vähentämiseksi. Helsingiläisiä puistohankkeita koskevassa tutkimuksessamme kävi ilmi, että kasvualustat ovat isoimpia päästöeriä viherrakentamisessa (Moinel ym. 2024). Tämä korostaa vähäpäästöisten kasvialustojen ja maaperän säilyttämisen merkitystä rakentamisessa.

Viherrakentamisen elinkaariarviointi on olennainen osa hiiliviisauden toimeenpanoa, mutta sen vakiintuminen edellyttää jatkotutkimusta. **Vain silloin on mahdollista arvioida kokonaisvaltaisesti rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeä.**

KIRJOITTAJA: CAROLINE MOINEL

Ydinviestit:

- Viherrakentamisen elinkaariarvioinnissa lasketaan materiaalien, kasvillisuuden ja maaperän kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat materiaalien tuotantovaiheessa, rakentamisvaiheessa, käytön aikana ja elinkaaren lopussa.
- Elinkaariarvioinnin avulla voidaan tunnistaa merkittävimmät päästölähteet ja tehdä tarvittavia muutoksia jo suunnittelun alkuvaiheessa.
- Viherrakentamisen elinkaariarvioinnin yleistyminen edellyttää kattavampia viherrakentamisen tuotteiden päästötietoja ja standardoitujen laskentamenetelmien kehittämistä.



Hiilidioksidipäästöjen osuus prosentteina puiston eri rakentamisosissa. Turvepohjaista kompostia sisältävän kasvialustan osuus on keskimäärin 35 % kokonaispäästöistä. (KUVA: CAROLINE MOINEL)

Hiilikertoimesta tukea suunnitteluun

Hiilikerroin on viherkerroin-työkalun yhteyteen kehitetty laskuri, joka arvioi tontin tai korttelin kasvillisuuden ja maaperän hiilinielupotentiaalin 50 vuoden ajalta. Hiilinielupotentiaali tarkoittaa arviota siitä, kuinka paljon hiiltä kasvillisuus ja maaperä voivat sitoa tulevaisuudessa. Laskenta perustuu tontin kasvillisuustyyppien pinta-aloihin ja ilmoittaa hiilikertoimen, eli hiilinielun määrän suhteessa tontin pinta-alaan ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2$). Arvio pohjautuu viherkertoimen kasvillisuusluokitteluun ja 50 vuoden elinkaareen, mikä vastaa elinkaariarvioinnin (LCA) vakiintunutta aikajännettä.

Laskurin tulos kuvaa mahdollisen hiilinielun suuruusluokkaa tutkimustietoon perustuen. Laskenta huomioi maaperään ja puuvartiseen kasvillisuuteen varastoituvan hiilen sekä kasvualustojen, rakentamisen ja ylläpidon päästöt. Hiilinielu muodostuu hiilensidonnasta ja päästöjen erotuksesta. Oletuksena on, ettei kasvillisuutta tai maakerroksia uusita 50 vuoden aikana. Hiilikerroin voi olla **positiivinen** (tontti toimii hiilinieluna) tai **negatiivinen** (päästöt ylittävät sidonnasta). Hiilikertoimen suositeltavana tasona voidaan pitää noin arvon 5.0 ylittävää hiilikerrointa. Tämä tarkoittaa, että tontin hiilinielun suuruus on **5 $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$** . Hiilikerroinlaskurilla tontille tai korttelille voidaan asettaa hiilinielun tavoitearvo (Ariluoma ym. 2025).

Viherkertoimen hiililaskuri auttaa suunnittelijaa vertailemaan erilaisia kasvillisuusratkaisuja ja niiden vaikutuksia tontin hiilinieluihin. Arviointia voi tehdä viite- tai toteutussuunnitteluvaiheessa, kunhan tiedossa ovat tontin pinta-ala sekä kasvillisuus-

tyypit ja niiden pinta-alat. Hiilikerroin kannustaa valitsemaan kestäviä ja hiiliviisaita viherrakentamisen ratkaisuja ja täydentää viherkerrointa.

KIRJOITTAJA: MARI ARILUOMA

Viherkerroin =

Painotettu viherpinta-ala yhteensä

Tontin pinta-ala

Hiilikerroin =

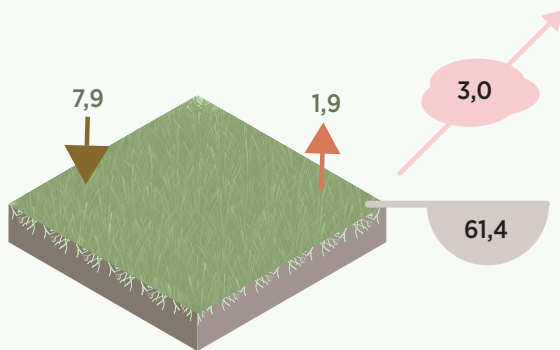
Hiilinielu yhteensä (kasvillisuus ja maaperä)

Tontin pinta-ala

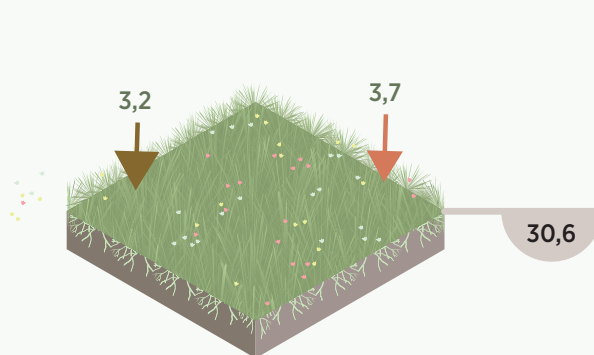
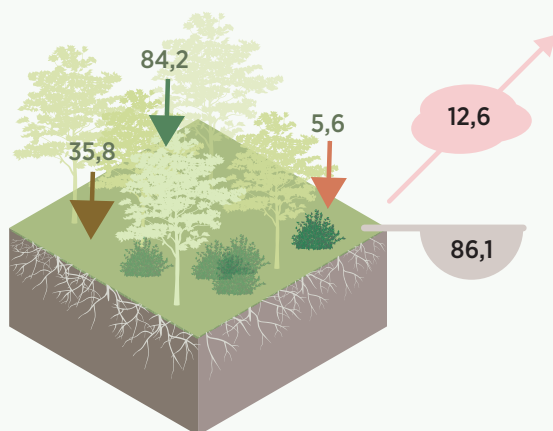
Ydinviestit

- Hiilikerroin on tonttikohtaisen viherkertoimen osaksi kehitetty laskuri, joka arvioi tontin tai korttelin kasvillisuuden ja maaperän hiilinielupotentiaalia 50 vuoden aikajänteellä.
- Tuloksena saadaan hiilikertoimen arvo ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2$), joka kertoo tontin hiilinielun suuruuden suhteessa sen pinta-alaan.
- Laskuri huomioi sekä hiilensidonnasta että päästöt (maaperä, puuvartinen kasvillisuus, kasvialustat, rakentaminen ja ylläpito) ja se voi olla positiivinen tai negatiivinen.
- Hiilikerroinlaskuri auttaa suunnittelijoita vertailemaan eri viherratkaisujen vaikutuksia hiilinieluihin.

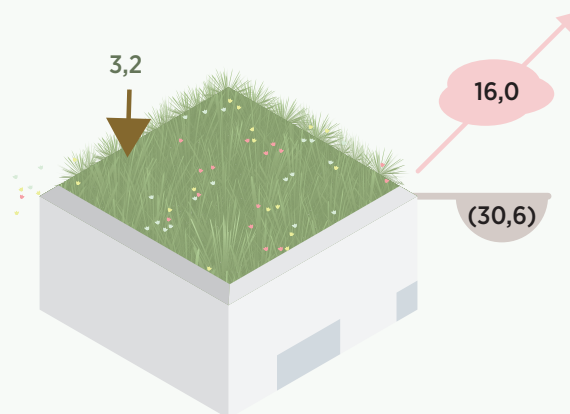
NURMIKKO



NIITTY


PUISTOMAINEN KASVILLISUUS
 (5 puuta/100m², nurmikko ja pensaita)


NIITTYVIERKATTO



rakentamisen ja
hoidon päästöt
kg CO₂/m²



hiilivaraston kertyminen
maaperään ja puihin
kg CO₂/m²



maaperähiilen muutos
50 vuotta perustamisesta
kg CO₂/m²



maaperän hiilivarasto
kg CO₂/m²

Hiilikertoimen avulla voidaan laskea erilaisten viherrakenteiden nielu- ja päästövaikutuksia sekä hiilivarastojen muutosta. (KUVA: LIPSAANEN & ARILUOMA 2025)



5 Jalkauttamista

Hiiliviisautta pihavalmennuksella

Pihavalmennus (*garden coaching*) on menetelmä, joka pyrkii tukemaan pientaloasukkaiden puutarhanhoitotapoja ja materiaalivalintoja (Rantanen & Tahvonon 2023a-c). Asukkaille tarjotaan räätälöityä tietoa ja käytännön ohjausta hiiliviisaista vaihtoehtoista, sillä hiiliviisaiden valintojen perustana on ymmärrys eri kasvillisuustyypeistä, niiden hiilivarastoista ja hiilivuohon vaikuttavista tekijöistä (Ariluoma ym. 2023). Pihavalmennustoiminta muistuttaa henkilökohtaista valmentajaa kuntosalilla: mukana on säännöllisiä tapaamisia, tavoitteiden toteutumisen seurantaa ja eteenpäin kannustamista.

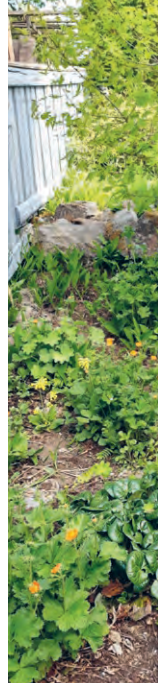
Pihavalmennuksessa osallistujien kanssa kiertetään heidän pihallaan ja pohditaan yhdessä, miten tontin eri osissa voisi nykyistä paremmin tukea kasvien hyvää kasvua, elävän maan kehittymistä, vähentää avointa mullospintaa ja hyödyntää tontilla syntyvää viherjätettä sekä oksa- ja risuaineista. Valmennuksissa keskiöön nousee usein puuston, muun kasvillisuuden ja maaperän säästäminen pihan elinkaaren eri vaiheissa, hyvien kasvuolosuhteiden turvaaminen sekä erilaisten vaihtoehtojen tunnistaminen pihalla syntyvän eloperäisen aineksen paikalliseen käsittelyyn. Erityistä huomiota kiinnitetään läpäisevien pintojen ja maanvaraisen kasvillisuuden suosimiseen, sillä näin saadaan myös maa hiilivarastona käyttöön. Pihavalmennuksen keskeisistä aiheista on koostettu Kotipihan hiilikortisto (Tahvonon 2023).

Tiedon ja osaamisen lisääminen asukkaiden ja taloyhtiöiden keskuudessa on olennainen osa muutosta:

oikeanlainen ja riittävä tieto rakentaa motivaatiota, mahdollistaa osallisuuden tunteen ja käytännön muutosten toteutumisen joko omalla tai taloyhtiön pihalla. Hiiliviisaiden käytäntöjen toteuttaminen vaihtelee yksityisen pientalopihan ja puolijulkisen taloyhtiön pihan välillä. Pientalopihoilla muutos etenee usein yksittäisen asukkaan ajatuksesta pihan hoidon muutokseksi. Taloyhtiöpihoilla prosessi on monivaiheisempi, sillä päätöksentekoketjuun kuuluu yksittäisen asukkaan lisäksi isännöitsijä, taloyhtiön hallitus, mahdollinen pihatoimikunta, urakoitsijoiden kilpailutus tai talkootyön ohjeistus.

Asuinympäristön pihat eroavat toisistaan huomattavasti. Erot johtuvat sekä paikan ominaisuuksista, kuten maaperästä, kasvupaikkaolosuhteista ja mikroilmastosta, että asukkaiden toiveista, arvoista ja käyttötarpeista. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus määrittää, millaiset hiiliviisaat ratkaisut ovat kussakin pihassa mahdollisia ja tarkoituksenmukaisia. Pihavalmennus mahdollistaa tutkitun tiedon soveltamisen paikallisesti vaihteleviin oloihin ja tarpeisiin, mutta samalla myös sallii asukkaiden näkemysten kokoamisen hiiliviisaiden toimien mahdollisuuksista ja esteistä. Pihavalmennusta on kokeiltu pientalopihoilla Hämeenlinnassa ja taloyhtiöpihoilla Helsingin Lauttasaareissa. Näiden kokemusten perusteella yhdeksi keskeiseksi kehittämiskohteeksi nousi tarve eloperäisen aineksen aiempaa paremman käsittelyyn tonteilla.

KIRJOITTAJA: OUTI TAHVONEN





Pihavalmennus (garden coaching) auttaa pientalo-asukkaita soveltamaan hiiliviisaita ratkaisuja arkisessa puutarhanhoidossa ja pihan materiaali- valinnoissa. Menetelmä perustuu tiedon jakamiseen, vuorovaikutukseen sekä paikallisten olosuhteiden, asukkaiden tavoitteiden ja olemassa olevien pihojen huomioimiseen.

(KUVAT: OUTI TAHVONEN)



Pihavalmennuksessa pohdittavia kysymyksiä:

- Miten voit tukea kasvien hyvää kasvua tontin eri osissa?
- Miten voit tukea maan elinvoimaisuutta (pieneliötoiminta, eloperäisen aineksen lisäys)?
- Miten pihan avoimia mullospintoja voisi peittää?
- Mihin pihan risut ja oksat päätyvät? Entä minne päätyy pihan ruohosilppu ja leikkuumateriaali (ns. viherjäte)?



Hiiliviisaus lukio-opetuksessa

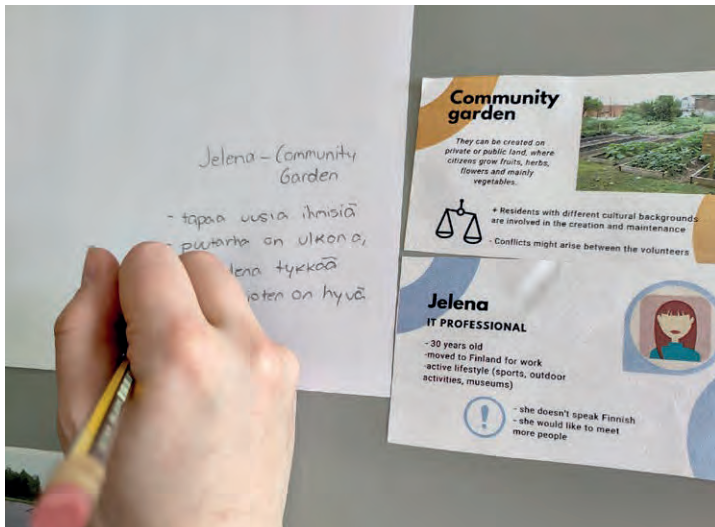


Ilmastokasvatus ei ole vain faktojen välittämistä opettajalta oppilaalle, vaan monipuolista oppimista, jossa yhdistyvät tutkimuspohjainen tieto, arvokeskustelut ja konkreettinen tekeminen. Hiiliviisaus lukio-opetuksessa tarkoittaa käytäntöjä ja ajattelutapoja, jotka tukevat hiilen sitomista ja kestävää elämäntapaa – ja ennen kaikkea nuorten kykyä toimia aktiivisina kansalaisina. Tekemämme kyselyn mukaan opettajat kokevat ilmastokasvatuksen tärkeäksi, ja yli 60 % sisällyttää opetukseensa monialaista sisältöä, jossa yhdistyvät ilmastomuutos, biodiversiteetti ja oikeudenmukaisuus (Castellazzi ym. 2025). Luonnontieteitä, yhteiskuntaoppia ja taidetta yhdistämällä voidaan tukea ilmastokasvatuksen kokonaisvaltaisuutta. Kokonaisvaltainen ja monialainen ilmastokasvatus lisää opiskelijoiden ymmärrystä ilmastomuutoksen sosiaalisista ja ekologisista ulottuvuuksista.

Opetuksen tulee olla katastrofipuheen sijaan toivoa herättävää ja sisältää tunteiden käsittelyä ja paikallisia esimerkkejä hiiliviisaudesta. Toivon korostaminen antaa tilaa tunteiden käsittelylle ja paremman huomisen rakentamiselle. Konkretia ja esimerkit lähellä opiskelijoiden omaa arkea lisäävät ymmärrettävyyttä ja aihepiirin merkitystä. Opiskelijoita

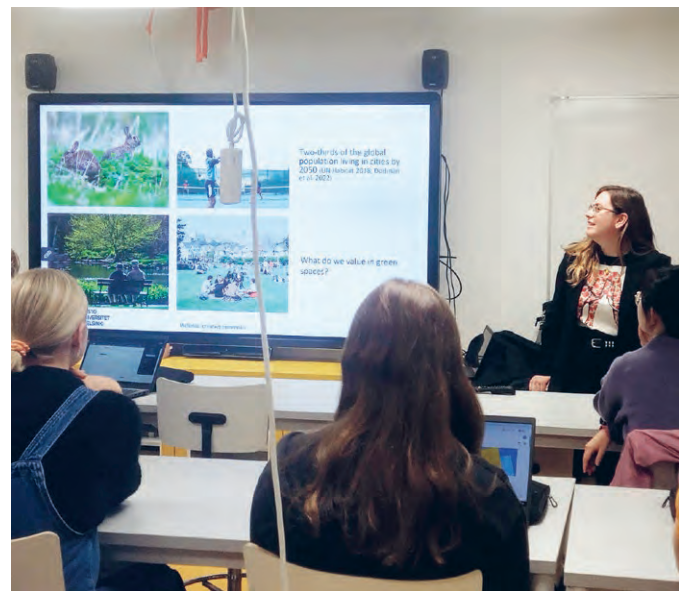
Suosituksia opettajille:

- Suosi monitieteisyyttä yhdistämällä luonnontieteitä, yhteiskuntaoppia ja taidetta. Hyödynnä esimerkiksi projektitoita, joissa opiskelijat pohtivat yhdessä kaupunginosansa ilmastomuutoksen hillinnän keinoja tai analysoivat ilmastomuutoksen vaikutuksia eri näkökulmista.
- Siirry katastrofipuheesta ratkaisuihin ja käytä paikallisia esimerkkejä. Toivon korostaminen ja konkretia lisäävät merkityksellisyyttä.
- Hyödynnä yhteistyötä tutkijoiden kanssa kutsumalla heitä vierailemaan oppitunneilla tai osallistumaan kouluprojekteihin.
- Käytä osallistavia menetelmiä, pelillisyyttä ja draamaa. Näitä ovat esimerkiksi: **Roolipeli** (1 h), jossa opiskelijat eläytyvät eri rooleihin (ihmisiä ja eläimiä) ja pohtivat luontopohjaisia ratkaisuja oikeudenmukaisuuden näkökulmasta (Castellazzi ym. 2024). **Foorumipeli** (1,5 h), jossa ryhmät kirjoittavat ja esittävät kohtauksia konflikteista liittyen luontopohjaisiin ratkaisuihin. Toisella kierroksella muut opiskelijat voivat keskeyttää ja muuttaa tapahtumia.
- Lisätietoa ja materiaaleja: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19184146>



tulee myös osallistaa ja antaa heille tilaa keskustella, kyseenalaistaa ja vaikuttaa ympäristöönsä. Tämä tukee kriittistä ajattelua ja yhteistyötaitoja.

Vaikka lukiodien ilmasto-opetus koetaan tärkeäksi, sen toteutumista estävät aika- ja osaamispula. Yli 70 % vastanneista opettajista kertoi, ettei heillä ole aikaa tehdä yhteistyötä ulkoisten sidosryhmien kanssa, ja yli kolmannes ei ehdi sisällyttää ilmastoaiheita opetukseen. Opetussuunnitelma koetaan täydeksi, ja ilmastoasiat tuntuvat joskus ylimääräisiltä ja irrallisilta. Irrallisten teematuntien sijaan ilmasto-opetuksen tulisikin olla opetussuunnitelman läpileikkaavana sisältönä. Lisäksi 74 % opettajista ei ollut saanut perehdytystä ilmastoaiheisiin opettajakoulutuksessa, ja 63 % ilmoitti, ettei työnantaja tarjoa lisäkoulutusta. Tämä jättää opettajat usein yksin etsimään materiaalia ja ratkaisuja sen sijaan, että koulutus järjestettäisiin räätälöitynä eri oppiaineille. Moni opettaja nosti esiin myös emotionaalisen kuormituksen: ristiriidan opetuksen ihanneiden ja ympäröivän yhteiskunnan vallitsevien käytäntöjen välillä.



Roolipelissä opiskelijat eläytyvät eri ihmisten ja eläinten rooleihin ja pohtivat luontopohjaisia ratkaisuja oikeudenmukaisuuden näkökulmasta. Tavoitteena on ymmärtää, miten erilaiset arvot ja tarpeet vaikuttavat päätöksiin.

(KUVAT: EDELLINEN SIVU: LASSI SUOMINEN, YLHÄÄLLÄ: EUGENIA CASTELLAZZI, ALHAALLA: KIRSI HAAPAMÄKI)

Tutkimustietoa opetukseen ja sieltä viheralan käytäntöihin



Hiiliviisauden tutkimustiedon polku opetuksen kautta osaksi viheralan ammattikäytäntöjä

(KUVA: ESSI RYYMIN YM. 2025).

Hiiliviisauden tutkimustiedon viestintä on keskeinen osa kestävästä kehityksestä käytäntöjen edistämisessä. Tutkimustieto ei itsessään muuta maailmaa, vaan vasta sen vastaanottaminen ja soveltaminen yhteiskunnassa tekee siitä vaikuttavaa. Siksi tutkijoiden viestinnällä viheralan ammattilaisia kouluttaville opettajille on ratkaiseva rooli siinä, miten uusi tieto siirtyy opetukseen, oppimiseen ja edelleen työelämän käytäntöihin.

Opetuksen kautta voidaan tavoittaa uudet ammattilaiset, ja heidän kauttaan uusi tutkimustieto voi jalkautua laajasti viheralan eri toimijoille (Ryymin & Tahvonen, 2025). Hiilen kierron opettaminen on haastavaa, sillä suuri osa prosesseista on näkymättömiä ja kokonaisuus monimutkainen: kasvilajit, kasvualusta, hoitokäytännöt, ilmasto ja kaupunkirakenne vaikuttavat kaikki hiilen sitoutumiseen. Aihe on uusi viheralalla, eikä valmista opetussisältöä ole paljon tarjolla.

Kun tutkija viestii tutkimustuloksistaan opettajille,

kyse on kahden asiantuntijan välisestä tiedonvaihdesta (interspesialistinen viestintä). Heidän tietopohjansa ja ammattikielensä eivät välttämättä kohtaa. **Viestinnän onnistuminen edellyttää, että viestijä ymmärtää vastaanottajan taustan ja tarpeet sekä havainnollistaa ja yleistajuistaa tulokset siten, että ne ovat helposti hyödynnettävissä vastaanottajan arkityössä.** Tämä on tärkeää, sillä eri koulutusasteilta valmistuvat viheralan ammattilaiset johtavat, suunnittelevat, rakentavat ja hoitavat ympäristöjä, joissa hiiliviisaat ratkaisut toteutuvat.

Opettajat muokkaavat tutkimustiedon osaamistavoitteiksi ja opetuskokonaisuuksiksi, jotka kevat opiskelijoiden ajattelun ja ammattitaidon kehittymistä. Perinteisesti opetus suunnitelmassa esitellään jo vakiintuneen aseman saavuttaneita näkemyksiä, jotka on omaksuttu tieteenalan tai oppiaineen tietoperustaan. Suuresta tieteellisten julkaisujen määrästä opiskeltavaksi aineistoksi on seulojoutunut vain murto-osa. Akuutin kestävyyskriisin aikakautena tämä tutkimustiedon kierto

4.



Viheralan ammattilaiset toteuttavat työssään tutkimukseen perustuvia hiiliviisaita ratkaisuja.

5.



Hiiliviisaat kaupunkiympäristöt kehittyvät käytäntöön viedyn tutkimustiedon ansiosta.

6.



Tutkimusperusteinen hiiliviisaus juurtuu osaksi kaupunkien päätöksentekoa ja ohjausta.

opetukseen on liian hidasta. Erityisesti viherrakentamiseen, rakentamiseen ja maisemasuunnitteluun liittyvillä aloilla hiiliviisaisiin käytäntöihin liittyvän tutkimustiedon nopea siirtyminen opetukseen on välttämätöntä.

Tutkimustiedon jalkautuminen ei pääty koulutukseen vaan jatkuu työelämässä. Työelämään siirtynyt ammattilainen toimii tutkimustiedon käytännön välittäjänä ja kehittäjänä. Hän soveltaa, kokeilee ja jakaa opittua tietoa eteenpäin kollegoilleen ja organisaatioilleen. Näin tiedeviestintä muuttuu jatkuvaksi kierroksi, jossa tutkimus, opetus ja käytäntö tukevat toisiaan (Ryymän ym. 2026). Tämä tiedon liike tutkijoilta opettajille, opiskelijoille ja edelleen ammattilaisille varmistaa, että tutkimustulokset eivät jää julkaisujen sivuille, vaan muuttuvat konkreettiseksi teoiksi, hiiliviisaiksi ratkaisuksiksi ja kestävä kehityksen mukaiseksi toiminnaksi jo nyt.

Ydinviestit

- Tutkimustieto hiiliviisaudesta vaikuttaa vasta, kun se viestitään ja sovelletaan käytäntöön.
- Jotta tutkimustietoa voidaan soveltaa viheralan ammatillisessa opetuksessa, tutkimustietoa on yleistajuisettava ja räätälöitävä korkeakouluopettajille.
- Hiiliviisauden tutkimus, opetus ja työelämän käytännön sovellukset muodostavat jatkuvan tiedon kierron.

Sanasto

Hiilenkierto

Hiilen hajoaminen: Prosessi, jossa mikrobit hajottavat kuollutta orgaanista ainetta (esim. lehtikariketta), minkä seurauksena hiiltä vapautuu takaisin ilmakehään.

Hiilenkierto: Biokemiallinen ja geokemiallinen prosessi, jossa hiili liikkuu jatkuvasti ilmakehän, kasvillisuuden, maaperän, vesiekosysteemien ja eliöiden välillä.

Hiilinielu: Luonnollinen (tai teknologinen) prosessi, joka sitoo ilmakehästä enemmän hiiltä kuin vapauttaa sitä. Kaupunkiympäristöissä hiilinieluja voivat olla esimerkiksi puusto, maaperä ja kasvillisuus.

Hiilitase: Hiilen sidonnan ja hiilipäästöjen ero tietyllä alueella tai järjestelmässä tietyn ajanjakson aikana. Hiilitase kertoo, onko järjestelmä kokonaisuudessaan nielu vai vapauttaako se hiiltä enemmän kuin sitoo. Ilmastomuutoksen hillinnän kannalta on myönteistä, että ekosysteemeihin sitoutuu enemmän hiiltä kuin niistä poistuu.

Hiilivarasto: Sitoutuneen hiilen määrä, joka on varastoitunut esimerkiksi puustoon, kasvillisuuteen, mereen tai maaperään. Suuret ja pitkäikäiset varastot tukevat ilmastomuutoksen hillintää.

Hiilivuoto: Hiilidioksidin tai muun hiilipitoisen yhdisteen siirtymisen nopeus varastosta toiseen, esim. ilmakehän ja maaekosysteemin välillä. Hiilivuon etumerkki (negatiivinen/positiivinen) kuvaa suuntaa, johon hiili kulkee. Ilmakehätieteissä usein määritellään, että negatiivinen kuvaa suuntaa ekosysteemiin ja positiivinen ilmakehään päin.

Hiiliviisaus

Elinkaariarviointi: Menetelmä, jolla arvioidaan tuotteen, rakenteen tai ratkaisun ympäristövaikutuksia koko elinkaaren ajalta. Elinkaariarviointi kattaa tuotannon, käytön ja elinkaaren loppuvaiheet.

Hiilikerroin: Työkalu, jonka avulla arvioidaan kuinka paljon tietty kasvillisuus, maaperä tai toimenpide sitoo tai vapauttaa hiiltä. Hiilikerroin täydentää viherkerrointa.

Hiiliviisaus: Suunnittelu- ja toimintatapa, jossa vahvistetaan hiilensidontaa osana monihyötyistä, luontopohjaista kaupunkivihreän kokonaisuutta. Hiiliviisaus huomioi ilmasto-vaikutukset osana laajempaa kestävyyttä.

Ilmastokasvatus: Opetusta, oppimista ja ymmärryksen kasvattamista ilmaston muutoksen syntyisistä, vaikutuksista ja mahdollisista ratkaisuista sekä vuorovaikutussuhteista muiden kestävyyskriisien kanssa.

Kaupunkivihreän monihyötyisyys: Kaupunkivihreän kyky tuottaa samanaikaisesti useita ekosysteemipalveluita, kuten hiilensidontaa, hulevesien hallintaa, viilennystä ja hyvinvointia. Monihyötyisyys tukee kokonaisvaltaista ja kustannustehokasta suunnittelua.

Latvuspeitto: Puiden latvusten peittämä osuus alueen pinta-alasta. Suuri latvuspeitto tukee hiilensidontaa, viilentää kaupunkia ja parantaa elinympäristön laatua.

Läpäisevä/läpäisemätön pinta: Läpäisevä pinta mahdollistaa veden ja hiilidioksidin kulun maaperään, mikä tukee kasvillisuutta, maaperän hiilensidontaa ja terveyttä edistävää luontokosketusta. Läpäisemättömät pinnat, kuten asfaltti, heikentävät näitä prosesseja.

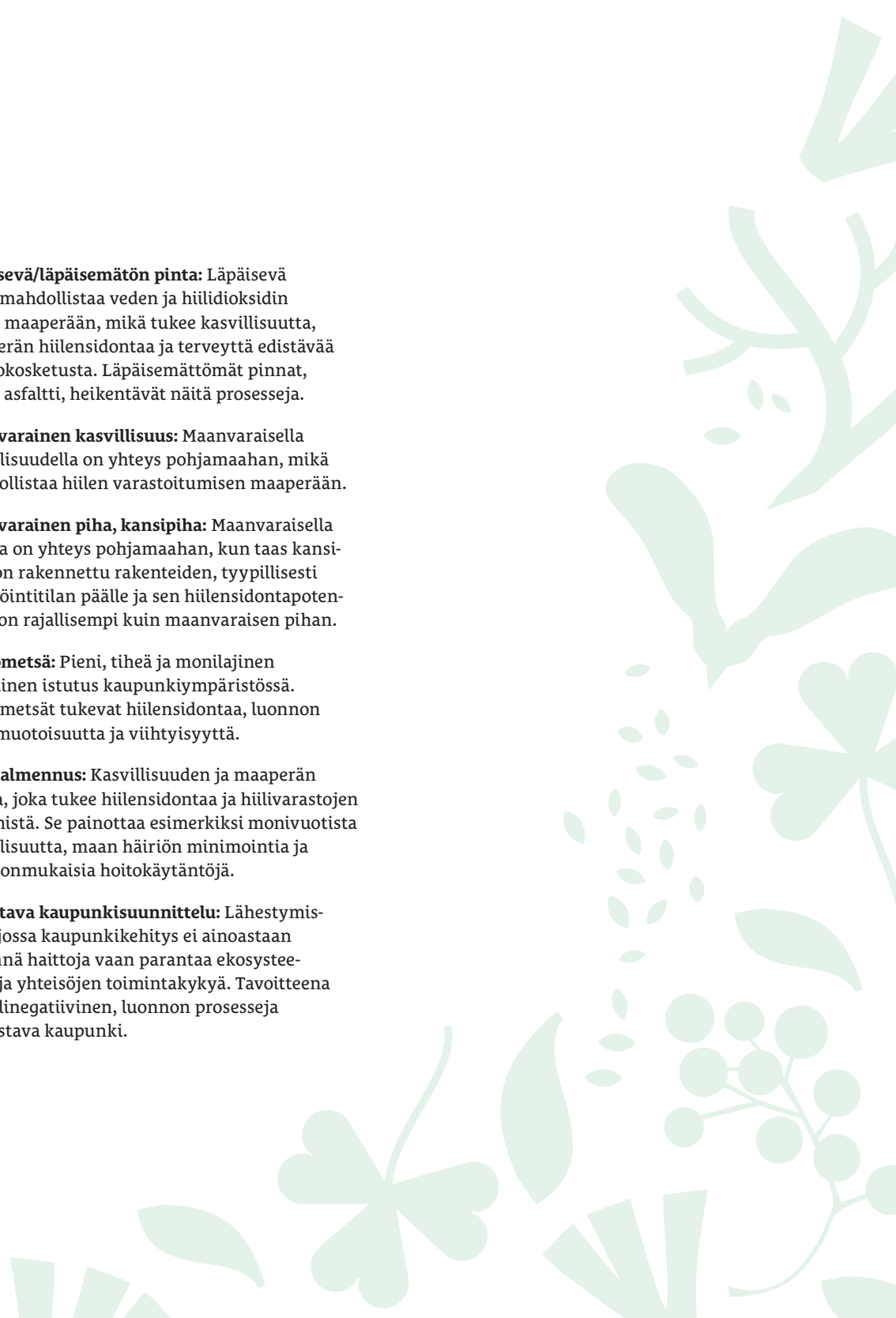
Maanvarainen kasvillisuus: Maanvaraisella kasvillisuudella on yhteys pohjamaahan, mikä mahdollistaa hiilen varastoitumisen maaperään.

Maanvarainen piha, kansipiha: Maanvaraisella pihalla on yhteys pohjamaahan, kun taas kansipiha on rakennettu rakenteiden, tyypillisesti pysäköintitilan päälle ja sen hiilensidontapotentiaali on rajallisempi kuin maanvaraisen pihan.

Mikrometsä: Pieni, tiheä ja monilajinen metsäinen istutus kaupunkiympäristössä. Mikrometsät tukevat hiilensidontaa, luonnon monimuotoisuutta ja viihtyisyyttä.

Pihavalmennus: Kasvillisuuden ja maaperän hoitoa, joka tukee hiilensidontaa ja hiilivarastojen säilymistä. Se painottaa esimerkiksi monivuotista kasvillisuutta, maan häiriön minimointia ja luonnonmukaisia hoitokäytäntöjä.

Uudistava kaupunkisuunnittelu: Lähestymistapa, jossa kaupunkikehitys ei ainoastaan vähennä haittoja vaan parantaa ekosysteemien ja yhteisöjen toimintakykyä. Tavoitteena on hiilinegatiivinen, luonnon prosesseja vahvistava kaupunki.



Lähteet

- Anguelovski, I., Connolly, J.J.T., Cole, H., ym. 2022. Green gentrification in European and North American cities. *Nature Communications*. 13(3816). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31572-1>
- Ariluoma, M. 2025. Green capture – Enhancing carbon sinks within urban residential green spaces. *Aalto University publication series Doctoral Theses*, 201. <https://aaltodoc.aalto.fi/items/60087250-4da5-434d-ae74-2bb846516543>
- Ariluoma, M. Kulmala, L. & Moinel, C. 2025. Hiilikerroin, viherkertoimen hiililaskuri. CO-CARBON. Saatavilla: <https://10.5281/zenodo.18981596>
- Ariluoma, M., Leppänen, P., Tahvonen, O., Hautamäki, R., & Ryymin, A. 2023. A framework for a carbon-based urban vegetation typology - A thematic review. *Environmental Development*. 47, 100899. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100899>
- Ariluoma, M., Kinnunen, A., Lampinen, J., Hautamäki, R. & Ottelin, J. 2024. Optimizing the co-benefits of biodiversity and carbon sinks in urban residential yards. *Frontiers in Sustainable Cities*. 6. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1327614>
- Berghauser Pont, M., Haupt, P., Berg, P., Alstäde, V. & Heyman, A. 2021. Systematic review and comparison of densification effects and planning motivations. *Buildings and Cities*. 2(1), 378-401. <https://doi.org/10.5334/bc.125>
- Castellazzi, E., Hakkarainen, V. & Raymond, C. M. 2024. Role-play as a catalyst for justice awareness: a relational approach to nature-based solutions with secondary school students. *Ecosystems and People*. 20(1). <https://doi.org/10.1010.10.80/26395916.2024.2430591>
- Castellazzi, E., Hakkarainen, V., Saari, M. & Raymond, C. M. 2025. Barriers and Enablers of Interdisciplinary Climate Education: Insights from Secondary Teachers. *Australian Journal of Environmental Education*. 1–18. <https://doi.org/10.1017/aee.2025.10086>
- García-Antúnez, O., Lindgaard, J., Lampinen, J. & Stahl Olafsson, A. 2023. Gardening for wildlife: A mixed-methods exploration of the factors underlying engagement in wildlife-friendly gardening. *People and Nature*. 5(2), 808-825. <https://doi.org/10.1002/pan3.10450>
- García-Antúnez, O., Gernow, L., Raymond C. M., Gulsrud N. M., & Olafsson, A. S. 2026. Spatially contextualizing the social acceptability of nature restoration. *Urban Forestry & Urban Greening*. 119. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2026.129386>
- Haase, D., Jänicke, C. & Wellmann, T. 2019. Front and back yard green analysis with subpixel vegetation fractions from earth observation data in a city. *Landscape and Urban Planning*. 182, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.010>
- Hardiman, B.S., Wang, J.A., Hutyrá, L.R., Gately, C.K., Getson, J.M. & Friedl, M.A. 2017. Accounting for urban biogenic fluxes in regional carbon budgets. *Science of the Total Environment*. 592, 366–372. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.028>
- Hautamäki, R. 2025. Kaupunkipuumanifesti. CO-CARBON. Saatavilla: <https://10.5281/zenodo.19133540>
- Hautamäki, R. & Laita, A. 2024. Latvuspeittävyys - moni-hyötyisen vihreän infrastruktuurin indikaattori. Toim. Mari Vaattovaara, Jussi Jännes, Mikko Posti. *Kohti kestävempiä asuinalueita: Kaupunginosien ja kortteleiden kestävyysindikaattoreita*. <https://helda.helsinki.fi/items/398bac8f-ab24-4f07-bd98-9389cc44070c>
- Hautamäki, R., Puustinen, T., Merikoski, T. & Staffans, A. 2024. Greening the compact city: Unarticulated tensions and incremental advances in municipal climate action plans. *Cities*. 152, 105251. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105251>
- Hautamäki, R., Kulmala, L., Ariluoma, M. & Järvi, L. 2025. How urban green infrastructure contributes to carbon neutrality. *Buildings & Cities*. 6(1), 272–280. <https://doi.org/10.5334/bc.586>
- Hautamäki, R., Järvi, L., Ariluoma, M., Kinnunen, A., Kulmala, L., Lampinen, J., Merikoski T. & Tahvonen, O. 2023. Hiiliviisas kaupunkivihreä ilmastoratkaisuksi. CO-CARBON. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18786878>
- Havu, M., Kulmala, L., Kolari, P., Vesala, T., Riikonen, A. & Järvi, L. 2022. Carbon sequestration potential of street tree plantings in Helsinki. *Biogeosciences*. 19, 2121–2143. <https://doi.org/10.5194/bg-19-2121-2022>
- Havu, M., Kulmala, L., Lee, H.S., Saranko, O., Soininen, J., Ahongshabam, J. & Järvi, L. 2024. CO₂ uptake of urban green in a warming Nordic city. *Urban Forestry & Urban Greening*. 94, 128261. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128261>
- Järvi, L., Kulmala, L., Lee, H.S., Ariluoma, M., Havu, M. & Hautamäki R. 2024. Hiedanrannan hiilinielut ja hiilinielujen lisäämisen keinot. CO-CARBON. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18788055>

- Karvinen, E., Backman, L., Järvi, L. & Kulmala, L. 2024. Soil respiration across a variety of tree-covered urban green spaces in Helsinki, Finland. *Soil*. 10, 381–406. <https://doi.org/10.5194/soil-10-381-2024>
- Ke, P., Olascoaga, B., Kolari, P., Tahvonen, O., Haapanala, S., Kokkonen, T. Järvi, L., Kulmala, M. & Lintunen, A. 2025. High respiration rates induce net CO₂ emissions in an urban allotment garden in Finland. *Urban Forestry & Urban Greening*. 112, 128945. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.128945>
- Kinnunen, A. 2024. Cities as carbon sinks – Biogenic carbon sequestration and storage. *Aalto University, Aalto University Publication Series DOCTORAL THESES*, 261/2024. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-2164-3>
- Kinnunen, A. & Hautamäki, R. 2025. Latvuspeittokartasto. CO-CARBON. Saatavilla: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19133917>
- Koiso-Kanttila, A., Backman, L., Karvinen, E., Järvi, L. & Kulmala, L. 2026. Future climate impacts on carbon sequestration dynamics across urban ecosystem types in Finnish cities. *Urban Ecosystems* 29, 116. <https://doi.org/10.1007/s11252-026-01974-w>
- Konijnendijk, C.C. 2023. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule. *Journal of Forestry Research*. 34, 821-830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Lampinen, J., García-Antúnez, O., Olafsson, A. S., Kavanagh, K. C., Gulsrud, N. M. & Raymond, C. M. 2022. Envisioning carbon-smart and just urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*. 75, 127682. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127682>
- Lampinen, J., García-Antúnez, O., Lechner, A. M., Stahl Olafsson, A., Gulsrud, N. M. & Raymond, C. M. 2023. Mapping public support for urban green infrastructure policies across the biodiversity-climate-society -nexus. *Landscape and Urban Planning*. 239, 104856. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104856>
- Lampinen, J., García-Antúnez, O., Jalkanen, J., Havu, M., Stahl Olafsson, A., Gulsrud, N.M., & Raymond, C.M. 2024. Social values for biodiversity and carbon flow in cities. *People and Nature*. 6, 6, 2374–2389. <https://doi.org/10.1002/pan3.10731>
- Leppänen, P.-K., Kinnunen, A., Hautamäki, R., Järvi, L., Havu, M., Junnila, S. & Tahvonen, O. 2024. Impact of changing urban typologies on residential vegetation and its climate-effects – A case study from Helsinki, Finland. *Urban Forestry & Urban Greening*. 96, 128343. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128343>
- Lewis, H., 2022. *Mini-forest revolution: using the Miyawaki method to rapidly rewild the world*. Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont.
- Moinel, C. 2025. Elinkaariarvioinnin avulla voidaan kehittää vähäpäästöisiä ratkaisuja viheralalle. *Viherympäristö-lehti* 2/2025.
- Moinel, C., Kuittinen, M. & Hautamäki, R. 2024. Estimating CO₂ flows in urban parks: knowns and unknowns. *Frontiers in Sustainable Cities*. 6. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1452403>
- Orttenvuori, S., Laurila, T., Backman, L., Karvinen, E., Nieminen, E., Vekuri, H., ..., Kulmala, L. 2023. Carbon balance of an afforested wasteland: A case study to quantify emission offset units. *FMI's Climate Bulletin Research Letters*, 5(1), 6–8. <https://doi.org/10.35614/ISSN-2341-6408-IK-2023-04-RL>
- Pedersen Zari, M. 2018. *Regenerative Urban Design and Ecosystem Biomimicry*. 1. painos. Taylor & Francis, London, Yhdistyneet kuningaskunnat. 260 s. <https://doi.org/10.4324/9781315114330>
- Pursiainen, A. 2023. Näe metsä puita – mikrometsästä Keravan hiilimetsäseen. Arkkitehtuurin laitos, Aalto yliopisto. Diplomityö. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/8fc5bc82-b6ff-4555-9e8f-b0dfda15b0a/content>
- Rantanen, J. & Tahvonen, O. 2023a. Hiilipuutarhan pensaat. HAMK Beat. <https://blog.hamk.fi/hamk-beat/hiilipuutarhan-pensaat/>
- Rantanen, J. & Tahvonen, O. 2023b. Hiilipuutarhassa hoivataan maata. HAMK Beat. <https://blog.hamk.fi/hamk-beat/hiilipuutarhassa-hoivataan-maata/>
- Rantanen, J. & Tahvonen, O. 2023c. Hiilipuutarhurointia hämeenlinnalaisilla yksityispihoilla. HAMK Beat. <https://blog.hamk.fi/hamk-beat/hiilipuutarhurointia-hameenlinnalaisilla-yksityispihoilla/>
- Raymond, C.M., Lechner, A., Havu, M., Jalkanen, J., Lampinen, J., Garcia-Antúnez, O., Olafsson, A., Gulsrud, N., Kinnunen, A., Backman, L., Kulmala, L. & Järvi L. 2023. Spatially identifying where nature-based solutions can offer win-wins for carbon mitigation and biodiversity based on diverse values and knowledge systems. *npj Urban Sustainability*. 3, 27. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00103-2>
- Ryymän, E. & Tahvonen, O. 2025. Navigating the Relational Dynamics of Carbon-Smart Urban Green Infrastructure (UGI) Projects. *Urban Science*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/urbansci9070242>
- Ryymän, E., Virtanen, V. & Tahvonen, O. 2026. From interdisciplinary sustainability research to higher education practice: layered communication processes and conditions for integration (Käsikirjoitus lähetetty arvioitavaksi)
- Stagakis, S., Brunner, D., Li, J., Backman, L., Karvinen, A., Constantin, L., Järvi, L., Havu, M., Chen, J., Emberger, S. & Kulmala, L. 2025. Intercomparison of biogenic CO₂ flux models in four urban parks in the city of Zurich. *Biogeosciences*. 22, 2133–2161. <https://doi.org/10.5194/bg-22-2133-2025>

- Suomalainen, S., Tahvonen, O. & Kahiluoto, H. 2022. From Participation to Involvement in Urban Open Space Management and Maintenance. *Sustainability*. 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912697>
- Suomi, J., Hyyrynen, M., Käyhkö, J., Käyhkö, J. & Juhola, S. 2025. Economic viability of urban greening as a climate change adaptation measure in cool-climate cities. *Regional Environmental Change*. 95(25). <https://doi.org/10.1007/s10113-025-02429-2>
- Tahvonen, O. 2023. *Kotipihan hiilikortisto. CO-CARBON*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18788486>
- Thölix, L., Backman, L., Havu, M., Karvinen, E., Soininen, J., Trémeau, J., Nevalainen, O., Ahongshangbam, J., Järvi, L. & Kulmala, L. 2025. Carbon sequestration in different urban vegetation types in Southern Finland. *Biogeosciences*. 22, 725–749. <https://doi.org/10.5194/bg-22-725-2025>
- Trémeau, J., Olascoaga, B., Backman, L., Karvinen, E., Vekuri, H. & Kulmala, L. 2024. Lawns and meadows in urban green space – a comparison from perspectives of greenhouse gases, drought resilience and plant functional types. *Biogeosciences*. 21, 949–972. <https://doi.org/10.5194/bg-21-949-2024>
- Tyrväinen, L., Halonen, J. I., Pasanen, T., Ojala, A., Täubel, M., Kivelä, S., Leskelä, R.-L., Pennanen, P., Manninen, J., Sinkkonen, A., Haahtela, T., Haveri, H., Grotenfelt-Enegren, M., Lankia, T. & Neuvonen, M. 2024. Luontoympäristön terveysvaikutukset ja niiden taloudellinen merkitys. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 76/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 89 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-963-5>
- Vasenkari, V., Backman, L., Leskinen, J., Järvi, L., Lindqvist, H., Pihatie, M. & Kulmala, L. Estimation of Carbon Fluxes in Urban Vegetation Using Machine Learning Emulators of JSBACH. (*vertaisarvioitavana julkaisussa Machine Learning: Earth*)

Kirjoittajat

- Ranja Hautamäki, professori, Arkkitehtuurin laitos, Aalto-yliopisto
- Elina Alatalo, vieraileva väitöskirjatutkija, Arkkitehtuurin laitos, Aalto-yliopisto & väitöskirjatutkija, Ympäristöpolitiikka, Tampereen yliopisto
- Mari Ariluoma, maisema-arkkitehti, tutkijatohtori, Arkkitehtuurin laitos, Aalto-yliopisto
- Eugenia Castellazzi, väitöskirjatutkija, Taloustieteen osasto, Helsingin yliopisto
- Oriol García-Antúnez, tutkijatohtori, Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen
- Johanna Hohenthal, tutkimuskoordinaattori, Ilmakehätieteiden keskus (INAR), Helsingin yliopisto & tutkija, Yhteiskuntatieteet, LUT-yliopisto
- Leena Järvi, professori, Ilmakehätieteiden keskus (INAR), Helsingin yliopisto
- Liisa Kulmala, ryhmäpäällikkö, Ilmatieteen laitos
- Paula-Kaisa Leppänen, väitöskirjatutkija, Arkkitehtuurin laitos, Aalto-yliopisto
- Caroline Moinel, väitöskirjatutkija, Arkkitehtuurin laitos, Aalto-yliopisto
- Essi Ryymin, tutkijayliopettaja, Korkeakoulupedagogiikan tutkimus- ja kehittämisyksikkö, HAMK-Hämeen ammattikorkeakoulu
- Outi Tahvonen, Tutkijayliopettaja, BIO tutkimusyksikkö, HAMK-Hämeen ammattikorkeakoulu
- Ilmari Talvitie, tutkijatohtori, Rakennetun ympäristön laitos, Aalto-yliopisto
- Viivi Virtanen, tutkijayliopettaja, Korkeakoulupedagogiikan tutkimus- ja kehittämisyksikkö, HAMK-Hämeen ammattikorkeakoulu

Kommentoijat

- Leif Backman, tutkija, Ilmatieteen laitos
- Esko Karvinen, väitöskirjatutkija, Ilmatieteen laitos
- Jussi Lampinen, yliopistonlehtori, Helsingin yliopisto
- Juha Leskinen, asiantuntija, Ilmatieteen laitos
- Taika Tommila, tutkimusassistentti, Hämeen ammattikorkeakoulu
- Veera Vasenkari, asiantuntija, Ilmatieteen laitos



Tämä on hiiliviisaan kaupunkivihreän käsikirja, johon on koottu monialaisen CO-CARBON-hankkeen keskeiset viestit. Käsikirja on tarkoitettu asiantuntijoille, päätöksentekijöille ja kaikille niille, jotka ovat kiinnostuneita siitä, miten luonnollisia hiilinieluja voidaan ylläpitää ja kasvattaa kaupunkialueilla. Kaupunkien hiilineutraaliustavoitteiden saavuttaminen edellyttää päästöjen vähentämistä, mutta niiden ohella tarvitaan hiilinielujen vahvistamista. Yksi oleellinen keino on lisätä luonnollisia hiilinieluja kaupunkivihreään eli kaupunkimetsiin, rakennettuihin puistoihin, katuistutuksiin ja pihaille. Nieluihin panostaminen tuottaa myös muita hyötyjä: lieventää helleaaltoja ja kaupunkitulvia, lisää hyvinvointia ja luonnon monimuotoisuutta. Hiilinieluja siis kannattaa vaalia ja lisätä.